This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

PARIS. — ÉDOUARD BLOT, IMPRIMEUR, RUE TURENNE, 66

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

V. 25

Tome vingt-cinquième. Deuxième série.

1867 à 1868

PARIS

AU SIÉGE DE LA SOCIÉTÉ

Rue de Fleurus, 39.

1868

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DAVIS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 4 novembre 1867.

PRÉSIDENCE DE M. DE VERNEUIL.

Par suite des présentations faites dans la Réunion extraordinaire à Paris, en août dernier, le Président proclame membres de la Société :

MM.

COUTINHO (Joâo-Martino da Silva), docteur ès-sciences, à Rio-Janeiro (Brésil); présenté par MM. J. Marcou et Louis Lartet.

DÜCKER (le baron de), à Fürstenwalde (Prusse); présenté par MM. de Limur et R.-B. Geinitz.

FIGARI-BEY, place Rosette, au Caire (Égypte); présenté par MM. d'Archiac et Delanoüe.

GUITER, employé au canal de Suez, à Ismalaïa (Égypte); présenté par MM. Ch. Laurent et Delanoüe.

MORENO MIQUEL (Vincent), docteur en pharmacie, rue de l'Arenal, 4, à Madrid (Espagne); présenté par MM. Jean Vilanova et de Verneuil.

OUSTALET, rue de la Chaussée-d'Antin, 6, à Paris; présenté par MM. Hébert et Louis Lartet.

SEOANE (Lopez), docteur-médecin, au Ferrol (Espagne); présenté par MM. Juan Vilanova et de Verneuil.

DA SILVA (Miguel-Antonio), capitaine du génie, professeur à l'École centrale, à Rio-Janeiro (Brésil), présenté par MM. J. Marcou et Louis Lartet.

TARDY, rue Portefoin, 11, à Paris; présenté par MM. Hébert et Louis Lartet.

TESSOT, ingénieur, employé au Ministère des Travaux

publics, au Caire (Égypte); présenté par MM. de Verneuil et Delanoüe.

VELAIN, boulevard Saint-Michel, 109, à Paris; présenté par MM. Hébert et Louis Lartet.

VILANOVA (Joseph), ingénieur des mines, à Cordoue (Espagne); présenté par MM. Jean Vilanova et de Verneuil.

M. POMEL (A.) ancien membre, à Oran (Algérie), est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, août-octobre 1867, in-8.

De la part de M. le Directeur du Dépôt de la guerre, 30e *livraison de la Carte de France*, au $\frac{1}{80,000}$, 10 f. gr. monde.

De la part du Comité de la Paléontologie française, *Terrain jurassique*, liv. 11, *Zoophytes*, par MM. de Fromentel et de Ferry, texte, f. 10 à 12, atlas, pl. 37 à 48; — livr. 12, *Gastéropodes*, par M. Piette, texte, f. 7 à 9, atlas, pl. 25 à 36; — liv. 13 et 14, *Échinodermes*, par M. G. Cotteau, texte, f. 1 à 6, atlas, pl. 24; in-8.

De la part de MM. d'Archiac et de Verneuil, *Sur la faune dévonienne de la rive du Bosphore* (*Extrait des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, T. LXIV, séance du 17 juin 1867), 5 p. in-4.

De la part de M. M. Baretti, *Alcune ozzervazioni sulla geologia delle Alpi Graie*, in-4, 20 p.; Bologne, 1867; chez Gamberini et Parmeggiani.

De la part de M. Joachim Barrande :

1° *Ptéropodes siluriens de la Bohême. — Introduction*, in-8°, 16 p. Prague, 1867.

2° *Système silurien du centre de la Bohême*, 1re partie : *Recherches paléontologiques;* vol. III. Texte et 16 pl. — *Classe des mol-*

tasques. — *Ordre des Ptéropodes*, in-4, 179 p., 16 pl.; Prague, 1867.

De la part de M. G.-G. Bianconi :

1° *Escursioni geologiche e mineralogiche nel territorio Porrettano*, in-8, 61 p.; Bologne, 1867.

2° *Intorno al giacimento delle Fuciti nel calcare eocenico e sulla origine del calcare stesso*, in-8, 13 p.; Milan, 1867; chez Bernardoni.

De la part de M. Bonissent, *Essai géologique sur le département de la Manche.* — 10e *Époque.* — *Sol tertiaire;* in-8, 32 p.; Cherbourg, 1867; chez Bedelfontaine et Syffert.

De la part de M. Boucher de Perthes :

1° *Exposition publique des produits de l'Industrie.* — *Le Président de la Société d'émulation (d'Abbeville) aux ouvriers;* 1833, in-8, 45 p.; Paris, 1867; chez Jung-Treuttel.

2° *Des idées innées, de la mémoire et de l'instinct;* in-8, 74 p.; Paris, 1867; chez Jung-Treuttel.

De la part de M. Amédée Burat, *les Houillères de France*, in-8, 302 p., et 1 atlas gr. in-4; Paris, 1867; chez J. Baudry.

De la part de M. Cazalis de Fondouce, *Derniers temps de l'âge de la pierre polie dans l'Aveyron*, in-8, 90 p., 4 pl.; Montpellier, 1867; chez C. Coulet.

De la part de M. Th. Davidson :

1° *A monograph of the british fossil Brachiopoda.* — *The Silurian Brachiopoda*, in-4, p. 89-168, pl. XIII-XXII; Londres, 1867.

2° *Perforate and imperforate Brachiopoda* (*Extr. from the Geolog. Magazine, july* 1867), in-8, 5 p., 1 pl.

3° *On Waldheimia venosa*, Solander, *sp.* (*Extr. from the Annals and Magazine of natural history, for August* 1867), in-8, 3 p.

De la part de MM. Delesse et A. de Lapparent, *Extraits de géologie* (*Extr. des Annales des Mines*, t. X, 1866), in-8, p. 469-597.

De la part de M. Alfred Evrard, *Le plateau de Thostes et ses mines de fer*, in-8, 49 p., 3 pl.; Paris, 1867.

De la part de M. Alphonse Favre :

1° *Note sur le terrain triasique de la Savoie*, in-8, 11 p.; Genève, 1867.

2° *Rapport sur les travaux de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, de juin 1866 à mai 1867 (*Ext. des Mém. de la Soc. de ph. et d'hist. nat. de Genève*, t. XIX, 1re série), in-4, 1867.

De la part de M. F. Garrigou :

1° *Age du Renne dans la grotte de la Vache, vallée de Niaux, près de Tarascon (Ariége)*, in-8, 10 p., 4 pl.; Toulouse, 1867; chez Bonnal et Gibrac.

2° *Divisions fondamentales des eaux thermales des Pyrénées*, in-8, 7 p.; Paris, 1867; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. A. Guillier, *Faune seconde silurienne aux environs de Chemiré-en-Charnie*, in-8, 4 p.; Le Mans, 1867; chez Ed. Monnoyer.

De la part de M. James Hall, *Graptolites of the Quebec group*, in-4, 151 p., 21 pl.; Montréal, 1865; chez Dawson frères.

De la part de M. Hébert, *sur les Calcaires à* Terebratula diphya *de la Porte de France*, in-4, 3 p.; Paris, mai 1867.

De la part de M. A. Leymerie, *Sur l'influence que le sol géologique peut exercer sur la culture et les produits de la vigne dans certaines contrées sud-ouest de la France*, in-8, 19 p.; Toulouse, ...; chez Douladoure.

De la part de M. R. Ludwig :

1° *Geologische Skizze des Grossherzogthums Hessen*, in-4, 24 p., 1 carte; Darmstadt, 1867; chez G. Jonghaus.

2° *Zur Paleaontologie des Ural's*, in-4, 3 fascicules; Cassel, 1862; chez Th. Fischer.

3° *Corallen und paläolitischen Formationen*, in-4, 3 fascicules; Cassel, 1865 et 1866.

4° *Unio pachyodon*, *U. Kirnensis*, *Anodonta compressa*, *A. fabæformis*, in-8, 8 p.; Cassel .....

5° *Dithyrocaris aus dem Rheinischen Devon-Gebirge*, in-4, 15 p., 1 pl.; Cassel.....

6° *Die Meeresströmungen*, etc., in-8, 128 p., 15 pl.; Darmstadt, 1865; chez G. Jonghaus.

De la part de M. J. Marcou, *Zur Erinnerung an Dr Albert Oppel, von Prof. Dr F. V. Hochstetter*, in-8, 9 p.; Vienne, 1866.

De la part de M. N. de Mercey, *Sur la division de la formation*

cristalline des *Maures*, in-8, 8 p., 1 carte; Paris, 1867; chez A. Chaix et Ce, etc.

De la part de M. P. Merian, *Ueber die paläontologischen Bestimmung der Formationen*, in-8, 12 p. .....; décembre 1866.

De la part de M. G. de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, mai, juin, juillet et août 1867, in-8.

De la part de M. J.-B. Noulet :

1° *Nouveau genre de Tortues fossiles proposé sous le nom d'*Allæochelys, in-8, 8 p.; Toulouse .....

2° *Gisement de l'*Anthracotherium magnum, *dans le terrain à* Palæotheriums *du Tarn*, in-8.; Toulouse .....

De la part de M. G. Omboni, *Le due recenti teorie sulle correnti atmosferiche*, in-8, 12 p.; Milan, 1867.

De la part de M. F.-J. Pictet, *Nouveaux documents sur la limite de la période jurassique et de la période crétacée*, in-8, 16 p.; Genève, 1867; chez Ramboz et Schuchardt.

De la part de M. A. Pomel, *Explication de la carte géologique de la province d'Oran par MM. Rocard, Pouyanne et Pomel. — Paléontologie. — Zoophytes*, 2e fascicule. — *Échinodermes* (pas de texte); pl. I à XLIII (moins pl. III, X, XIV). — 5e fascicule, *Spongiaires*, texte, p. 1 à 13, pl. A à F et 1 à XVII; Oran, 1867; chez Ad. Perrier.

De la part de M. Raphael Pumpelly, *Geological researches in China, Mongolia, and Japan during the years* 1862 *to* 1865, in-4, 143 p., 9 pl.; Washington, 1866.

De la part de M. le comte G. de Saporta, *La flore des tufs quaternaires en Provence*, in-8, 32 p., 1 pl.; Aix, 1867; chez Remondet-Aubin.

De la part de M. V.-L. Seoane, *Reseña de la historia natural de Galicia*, in-8°, 60 p.; Lugo, 1866; chez Soto Freire.

De la part de M. L. Simonin, *Les pays lointains. — Notes de voyage. — La Californie, Maurice, Aden, Madagascar*, in-18, 350 p.; Paris, 1867; chez Challamel aîné.

De la part de M. Réné Vion; *Étude sur Linné*, in-8, 40 p.; Amiens, 1867; chez Lemer aîné.

De la part de M. le baron Achille de Zigno, *Flora fossilis*

formationis oolithicæ, 3e et 4e livraisons, in-f°; Padoue, 1867.

De la part du gouvernement hollandais, 2 *Cartes géologiques de la Hollande* (Kempen et Limburg).

De la part du gouvernement de la Confédération Suisse, *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.* — 3e liv., *Die südöstlichen Gebirge von Graubünden*, etc., par le prof^r G. Theobald, in-4, 359 p., 8 pl.; Berne, 1866. — 5e liv., *Geologische Beschreibung des Pilatus*, par M. Fr. J. Kaufmann, in-4, 169 p., 1 carte et 10 pl.; Berne, 1867.

De la part de la Junta general de Estadistica, *Cartes cadastrales et agronomiques de la province de Madrid*.....

De la part de M. Bucaille, *Compte rendu d'une excursion géologique à Elbeuf, le 14 juin* 1866, in-8, 8 p., 1 pl.; Rouen, 1867; chez H. Boissel.

De la part de M. J. Ginestou, *Éléments de géologie* (de sir Charles Lyell), traduit de l'anglais sur la 6e édition, 2 volumes in-8.; Paris, ...; chez Garnier, frères.

De la part de Mme veuve Viquesnel, *Voyage dans la Turquie d'Europe. — Description physique et géologique de la Thrace*, par A. Viquesnel, 11e livraison, in-4; Paris, 1867; chez Arthus Bertrand.

De la part de M. A. d'Achiardi :

1° *Corallarj fossili del terreno nummulitico dell'Alpi Venete*, in-4, 53 p., 5 pl.; Milan, 1866; chez G. Bernardoni.

2° *Coralli fossili del terreno nummulitico dell'Alpi Venete. — Catalogo delle specie e brevi note*, in-4, 18 p.; Pise, 1867; chez les frères Nistri.

De la part de M. J.-F. Brandt :

1° *Einige Worte zur Ergänzung meiner Mittheilungen über die Naturgeschichte des Mammuth*, in-8, 5 p.; Saint-Pétersbourg, 1866.

2° *Bericht über eine Arbeit unter dem Titel : Zoographische und paläontologische Beiträge*, in-8, 7 p.; St-Pétersbourg, 1866.

3° *Ueber den vermeintlichen Unterschied des Caucasischen Bison*, etc., in-8, 8 p. Moscou, 1866.

4° *Zoogeographische und paläontologische Beiträge*, in-8, 258 p.; Saint-Pétersbourg, 1867.

De la part de M. W.-B. Carpenter :

1° *Further observations on the structure and affinities of Eozoon canadense*, in-8, 6 p., 1 pl.; Londres, 1867.

2° *On the shell-structure of* Spirifer custodatus, *and of certain allied Spiriferidæ*, in-8, 7 p.; Londres, 1867.

De la part de M. Gümbel :

1° *Ueber das Vorkommen hohler Kalkgeschiebe in Bayern*, in-8, 5 p.; 1866.

2° *Weitere Mittheilungen über das Vorkommen von Phosphorsäure in den Schichtgesteinen Bayern's*, 11 p.; 1867.

3° *Kurze Notiz über die Gliederung der sachsischen and bayerischen oberen Kreideschichten*, in-8, 5 p.; Dresde, 1867.

De la part de M. V. Haidinger, *Die Meteoriten des K. K. Hof-Mineralien-Alien-Cab. Cabinets am 1 juli* 1867, in-8, 4 p.

De la part de M. Fr. de Hauer :

1° *Geologische Ubersichtskarte der Œsterreichischen Monarchie*, 1 f. Vienne, 1867.

2° *Geologische Uebersichtskarte der Osterreichischen Monarchie* (texte), in-4, 20 p.; Vienne, 1867.

De la part de M. G.-C. Laube, *Ein Beitrag zur Kenntniss der Echinodermen des Vicentinischen Tertiär-Gebietes*, in-8, 9 p.; Vienne, 1867.

De la part de M. Isaac Lea :

1° *Observations on the genus Unio, together with descriptions of new species in the family* Unionidæ, *and descriptions of new species of the* Melanidæ, Limneidæ, Paludinæ and Helicidæ, in-4, 146 p., 24 pl.; Philadelphie, 1864.

2° *Tables of the rectification of the M. T.-A Conrad's Synopsis of the family of* Naïades *of North America*, in-8, 6 p., Philadelphie, 1866; chez Collins.

3° *Check list of the shells of North America.* — Unionidæ, in-8, 7 p. .....

De la part de M, Lyman Coleman, *The great crevasse of the Jordan and of the Red Sea*, in-8, 15 p. ....., 1867.

De la part de M. A. E. Nordenskiöld, *Sketch of the geology of Spitzbergen*, in-8, 55 p., 2 cartes; Stockholm, 1867; chez P.-A. Norstedt et fils.

De la part de M. Pereira da Costa, *Commissão geologica de Portugal. — Molluscos fosseis. — Gasteropodes dos depositos terciarios de Portugal*, in-4, p. 117 à 252 et pl. XVI à XXVIII; Lisbonne, 1867.

De la part de M. G.-A. Pirona, *Synodontites, nuovo genere di rudiste*, in-8, 16 p., 1 pl.; Venise, 1867.

De la part de M. Ralph Tate, *The geological and natural history repertory*, 1er nov. 1865 et 1er mai 1867, in-8; Londres.

De la part de M. H. de Schlagintweit, *Illustrations of the physical geography of India and High Asia*, 1 feuille gr. monde; Munich, 1867; chez C. Wolf et fils.

De la part de M. G. L. Vose, *Orographic geoglogy*, in-8°, 135 p.; Boston, 1866.

De la part de M. C. Whittlesey, *On the Fresh-Water glacial drift of the Northwestern States*, in-4, 32 p.; Washington, 1866.

De la part de M. T. C. Winkler, *Musée Teyler. — Catalogue systématique de la collection paléontologique*, 6e livr., in-8; Harlem, 1867; chez les héritiers Loosjes.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1867, 1er sem. — T. LXIV, nos 24 à 25; 2e sem. — T. LXV, nos 1 à 18, in-4.

Bulletin de la Société de géographie, juin, juillet et août 1867, in-8.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. XIII, 1865, Tableaux météorologiques, f. 1-11. — T. XIV, 1866, *Bulletin des séances*, f. 15-26. — T. XV, 1867, *Bulletin des séances*, f. 1-10, in-8.

Annales des Mines, 1re et 2e livraison de 1867, in-8.

Bulletin des séances de la Société I. et Centrale d'Agriculture, avril, mai et juin 1867, in-8.

L'Institut, nos 1746 à 1765, 1867, in-4.

Réforme agricole, juin, juillet, août et octobre, 1867, in-4.

Mémoires de la Société Impériale d'agriculture, sciences et arts d'Angers, nouv. période. — T. X, 2e trim., in-8.

Mémoires de la Société Académique d'agriculture, etc., du département de l'Aube, année 1866, in-8.

Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar, 1865 et 1866, in-8.

Mémoires de l'Académie I. des sciences, etc., de Dijon, 1864, 1865 et 1866; in-8.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, juin, juillet, août et octobre 1867, in-8.

Annales de la Société d'Agriculture, etc., du Puy, 1864-1865, in-8.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale (St-Étienne), nov. et déc. 1866, in-8.

Bulletin des travaux de la Société historique et scientifique de Saint-Jean-d'Angély, 1866, in-8.

Revue agricole, etc., de Valenciennes, mars à juin, 1867, in-8.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XIX, 1re partie, 1867, in-4.

Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles, vol. IX, n° 57, juin 1867, in-8.

Mémoire de l'Académie Royale des sciences, etc., de Belgique, t. XXXVI, in-4.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences, etc., de Belgique, t. XXII, 1866, et t. XXIII, 1867, in-8.

Annuaire de l'Académie Royale des sciences, etc., de Belgique, 1867, in-18.

Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liége, 2e série, t. I, in-8.

The quarterly journal of the geological Society (of London), n° 91, août 1867, in-8.

Annual report of the Director-general of the Geological Survey of the United Kingdom, the Museum of practical Geology, the Royal School of Mines, and the Mining Record Office, for the year 1866, in-8, 12 p., 3 cartes; Londres, 1867.

Catalogue of the published maps, sections, etc., *of the Geological Survey of the United Kingdom up to october* 1867, 42 p., 3 cartes; Londres, 1867.

The Journal of the Royal Dublin Society, n° XXXV, in-8.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, novembre et décembre 1866 et janvier 1867, in-8.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Leonhard et H.-B. Geinitz, 1867, nos 4, 5 et 6, in-8.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichanstalt, 1867, nos 10 et 13, in-8.

Monatsbericht der K. preussischen Akademie der Vissenschaften zu Berlin, mai et juin 1867, in-8.

Sitzungs-Berichte der Naturw. Gesellschaft Isis *in Dresden*, janvier à juillet 1867, in-8.

Abhandlungen der K. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, années 1865 et 1866, in-4.

Sitzungsberichte der K. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag, janvier à décembre 1865, et janvier à décembre 1866, in-8.

Schriften der K. physicalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, années 1865 et 1866, in-4.

Acta Academiæ C. L. C. G. Naturæ Curiosorum, vol. XXXIII, in-4.

The Athenæum, nos 2,069 à 2,083, 1867, in-4°.

Memorie della R. Accademia delle scienze di Torino, 2e série, t. XXII, in-4.

Atti della R. Accademia delle scienze di Torino, t. II, 1866, t. III, janvier et février 1867, in-8.

Giornale di scienze naturali ed economiche di Palermo, 1866, fasc. II, III e IV, in-4.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, mai, juin et octobre 1867, in-8.

Revista minera, 15 juin au 1er novembre 1867, in-8.

Mémoires de l'Académie I. des sciences de Saint-Pétersbourg, VIIe série, t. X, nos 3 à 16, et t. XI, nos 1 à 7, in-4.

Bulletin de l'Académie I. des sciences de Saint-Pétersbourg, t. X et XI, et t. XII, f. 1 à 6, in-4.

Bulletin de la Société I. des naturalistes de Moscou, année 1866, nos III et IV, in-8.

Oversigt over det Kgl. Danske Vid. Selskabs Forhandlinger, 1864 et 1866, in-8.

Proceedings of the American Academy, 6 mars-11 septembre 1866, in-8.

Annals of the Lyceum of natural history of New-York, juin, octobre et décembre 1866, in-8.

Transactions of the Albany Institute, vol. V, in-8.

Transactions of the Connecticut Academy of arts and sciences, vol. I, part. 1, in-8.

The American Journal de Silliman, juillet et septembre 1867, nos 130 et 131, in-8.

Memoirs of the Boston Society of natural History, vol. I, part. I, 1866, et part. II, 1867, in-4.

Proceedings of the Boston Society of natural History, t. X, f. 19-27, et t. XI, f. 1-6, in-8.

Proceedings of the American philosophical Society, vol. X, 1866, n° 76, in-8.

Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia, année 1866, in-8.

Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia, nouvelle série, vol. VI, 1re partie, in-4.

Annales del Museo publico de Buenos-Aires, 2e livraison; Buenos-Aires, 1867, in-4.

Natuurkundig Tidjschrift voor Nederlandsch Indie, t. XXIV, 2e, 3e et 4e liv.; Batavia, 1866, in-8.

Annual report of the trustees of the Museum of comparative zoology, at Harvard College, in Cambridge, in-8; Boston, 1867.

Annual report of the Secretary of war, 1866, Washington, in-8.

Annual report of the board of Regents of the Smithsonian Institution for the year 1865, in-8, Washington, 1866.

Smithsonian miscellaneous collections, t. VI et VII, in-8. Washington, 1867.

M. le Président annonce la mort de MM. Michelin, Goubert, Van-Breda et Désoudin.

M. Danglure offre à la Société, au nom du Comité de la Paléontologie française :

1° La 4e livraison des *Zoophytes jurassiques*, par MM. de Fromentel et de Ferry (11e de M. Masson).

2° La 3e livraison des *Gastéropodes du même terrain*, par M. Piette (12e de M. Masson).

3° Les 1re et 2e livraisons des *Échinodermes jurassiques*, par M. G. Cotteau (13e de M. Masson).

M. Hébert présente la note suivante de M. Dieulafait :

Sur l'âge des calcaires blancs des environs de Toulon (Réponse à la note du 17 juin 1867 de M. Coquand); par M. Dieulafait.

Les fossiles néocomiens qui ont servi de base à mon mémoire de 1865 ont été présentés à la Réunion générale des sociétés savantes. Ils sont restés exposés dans le grand amphithéâtre de physique de la Sorbonne pendant toute la durée de la session ; ils ont été examinés par tous les géologues présents et il n'a pas été émis le moindre doute sur leur détermination et la signification que je leur assignais. Depuis lors, ils n'ont pas quitté les collections de la Sorbonne.

Voici le passage du mémoire de M. Coquand auquel j'ai fait allusion : « Il s'agit de démontrer que les étages kimmeridgien « et portlandien y sont également représentés (dans les cal- « caires blancs) et *je m'empresse d'avouer que jusqu'à présent il « m'a été impossible de découvrir aucun corps organisé au-dessus « des bancs à polypiers, c'est-à-dire dans une masse de calcaire de « plus de* 200 *mètres d'épaisseur*. Mes efforts ont été partout in- « fructueux, etc. » (1).

Or c'est « dans les parties élevées de la montagne de la Pouraque » (2), par conséquent dans les 200 mètres de calcaires blancs *vainement explorés par M. Coquand*, que j'ai rencontré les Chames dont je parle dans ma note. Je n'ai donc, je crois, commis aucune inadvertance.

J'ai trouvé dans ces calcaires des milliers de fossiles néocomiens en place, et M. Coquand le savait parfaitement quand il a rédigé sa note du 17 juin dernier. Que veut-il donc dire quand il parle d'autorités invoquées ?

Si la présence de milliers de *Caprotina Lonsdalii*, si l'existence du *Toxaster oblongus* dans ces calcaires du Coudon et du Faron ne sont pas des preuves positives suffisantes pour justifier mon opinion, je prie M. Coquand de me dire quelles sont celles qu'il faut lui apporter.

---

(1) *Bull.*, 2e Série, t. XX, p. 558.
(2) *Bull.*, 2e Série, t. XXIII, p. 465.

Voici un point de la plus haute importance pour la question dont il s'agit :

M. Coquand a *fait présenter* au mois de décembre 1856 au Congrès scientifique d'Aix, *à la dernière* séance, une note qui n'était autre, dans sa partie essentielle, que celle à laquelle je réponds; elle était accompagnée de trois échantillons intitulés : *Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Apiocrinus Munsterianus*. M. Ph. Matheron était président de la section ; M. le comte de Villeneuve-Flayosc, ingénieur en chef des Mines était vice-président ; j'avais l'honneur avec M. le comte de Saporta d'être l'un des secrétaires. Or il fut déclaré unanimement que les trois échantillons de M. Coquand étaient *absolument indéterminables*. Je ne mets pas en cause les savants géologues dont je viens de citer les noms; je constate simplement l'existence d'un fait officiellement établi.

Malgré mon désir d'être court, je dois citer ici M. Coquand avant de lui répondre :

« Cette réplique était rédigée. . . . . *Ses occupations l'auront sans doute empêché de réaliser cette promesse* » (1). Voici ma réponse :

M. Coquand est venu, avant la présentation de sa note à la Société, passer un jour avec moi à Toulon, et je me suis empressé, on le comprend, de soumettre mes fossiles du Coudon et du Faron à l'examen de M. Coquand et *lui ai proposé d'aller visiter soit au Coudon, soit au Faron les gisements de ces fossiles*. M. Coquand m'a répondu que les fossiles que je lui présentais ne laissaient aucun doute dans son esprit, *qu'ils étaient incontestablement néocomiens*. Si donc M. Coquand n'a pas examiné sur les lieux la question si importante qui nous divise, c'est qu'il n'a pas cru devoir le faire. Ce ne sont pas dans tous les cas *mes affaires* qui en ont empêché, puisque j'ai guidé ce jour-là M. Coquand dans une autre course également aux environs de Toulon.

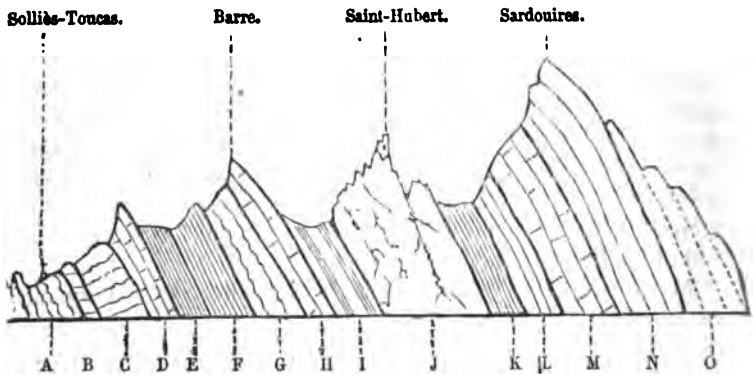
Je vais maintenant m'occuper d'un point dont l'importance, pour moi, l'emporte sur tout le reste.

M. Coquand introduit dans la discussion en passant, et d'une manière tout à fait incidente, un élément, non-seulement *nouveau* et étranger à la question qui nous divise, mais qui la transforme immédiatement en une autre n'ayant plus avec celle-ci aucune espèce de rapport : c'est quand il dit que les dolomies

(1) *Bull.*, 2e Série, t. XXIV, p. 784.

de Saint-Hubert sont ou de l'oxfordien supérieur ou du *corallien inférieur*.

La coupe de M. Coquand sous les yeux (*Bull.*, 2e série, t. XX, p. 557), précisons bien les faits :



A — Marnes irisées.
B — Lumachelle à *Avicula contorta*.
C — Lias inférieur dolomitique.
D — Lias Moyen à *Pecten æquivalvis*.
E — Lias supérieur à *Ammonites primordialis*.
F — Oolithe inférieure à *Ammonites Humphriesianus*.
G — Grande oolithe à *Ammonites arbustigerus*.
H — Calcoire à polypiers de Ranville.
I — Calcaire marneux, kellovien, à *Ammonites anceps*.
J — Dolomie oxfordienne.
K — Oxfordien marneux.
L — Oxfordien supérieur, calcaire à *Ammonites plicatilis*.
M — Etage corallien.
N — Etage kimméridgien.
O — Dolomies portlandiennes.

Les dolomies de Saint-Hubert sont les assises J de la coupe; elles sont recouvertes par les argiles bleues K et les calcaires marneux L, appartenant les uns et les autres à l'oxfordien. Et c'est là un des points sur lesquels M. Coquand insiste surtout; c'est là une de ses découvertes en Provence. C'est ce qui résulte de la citation suivante :

« Comme les argiles bleues K et les calcaires marneux L « *contiennent entre autres fossiles* les *Ammonites tortisulcatus*, *plica-* « *tilis*, etc., *il va sans dire* qu'ils représentent l'oxfordien supé- « rieur, et que, par conséquent, les 300 mètres de calcaires « blancs M, N et O, qui les surmontent et dont les escarpements « du Coudon offrent un magnifique exemple, constituent es- « sentiellement quelque chose de supérieur à l'oxfordien. Or je

« prétends établir que ce quelque chose représente à la fois les « étages corallien, kimmeridgien et portlandien » (1).

Mais si aujourd'hui M. Coquand admet *même la possibilité* que les dolomies de Saint-Hubert (couches J, ne l'oublions pas) soient coralliennes, il se trouvera forcément amené à cette nécessité d'avouer qu'il n'a jamais rencontré dans les lieux cités dans sa coupe *ni A. plicatilis, ni A. tortisulcatus, ni aucun des fossiles de cet horizon.*

Si j'insiste sur ce point, c'est en vue de l'avenir et nullement pour le cas présent. Il est impossible, en effet, qu'il y ait le moindre doute sur la place relative des calcaires dont je me suis occupé dans ma note de 1865. Ce sont incontestablement ceux qui dans la coupe de M. Coquand correspondent aux lettres M,N,O.

Dans le cas actuel, il m'est parfaitement indifférent que ces calcaires et ces marnes soient oxfordiens ou non, fossilifères ou non ; *ils fixent simplement une ligne de départ* sur laquelle nous sommes d'accord, M. Coquand et moi; seulement, j'ai parlé des couches qui ont cet horizon *pour base*, tandis que M. Coquand parle aujourd'hui des assises qui ont cet horizon *pour sommet.*

Il est de la dernière évidence que, quand on viendrait à retrouver dans les dolomies de Saint-Hubert (couches J) des représentants du corallien, du Jura supérieur, du valangien ou même, si l'on veut, d'étages nouveaux inconnus jusque-là, je n'aurais pas, *par le fait de ces découvertes*, à modifier un seul point de ma note de 1865, puisque je me suis exclusivement occupé des *calcaires blancs cristallins* séparés des *dolomies grises sableuses* de Saint-Hubert par toute l'épaisseur des marnes et calcaires oxfordiens (couches K et L).

Et maintenant, en terminant, je prends, pour qu'il n'y ait pas place à la moindre équivoque, la coupe de M. Coquand, que j'ai reproduite plus haut, et je dis :

En partant des marnes et calcaires à *A. plicatilis* K et L (sans m'inquiéter de l'horizon auquel ils correspondent) et m'élevant dans les assises, je n'ai jamais rencontré un seul fossile jurassique. J'ai trouvé, au contraire, dans ces assises, des milliers de fossiles néocomiens. *Je les tiens sur les lieux, parfaitement en place, engagés dans des bancs énormes, à la disposition de tous ceux de nos confrères qui voudront bien venir me voir à Toulon.*

(1) *Bull.*, 2e série, t. XX, p. 558.

A la suite de la communication de M. Dieulafait, M. Hébert dit qu'il se contentera de relever deux assertions de M. Coquand :

1° Jamais M. Hébert *ne s'est refusé à reconnaître l'infra-lias dans le Var*, et déjà le *Bulletin* contient une protestation contre cette allégation.

M. Hébert *ne réclame pas systématiquement la suppression du corallien dans les environs de Toulon et dans le reste de la Provence.* M. Hébert s'est contenté de montrer (*antè*, p. 371), que ce que M. Coquand prenait pour des *Diceras arietina* étaient des fragments de Caprotines, probablement *C. Lonsdalii*, et que, par suite, le corallien de la Nerthe, selon M. Coquand, était du néocomien moyen (urgonien d'Orb). Quant aux nombreux échantillons recueillis en différents points, dans les couches contestées, par M. Dieulafait, et sur lesquels M. Coquand cherche à jeter de l'incertitude, ils ont été déterminés *Caprotina Lonsdalii*, d'Orb., et ils ne sauraient donner lieu à aucune hésitation. M. Dieulafait peut s'appuyer avec confiance sur cette détermination. Ce fossile est bien une preuve, ce n'est pas une *opinion*, comme le dit M. Coquand, et il ne représente en rien le *principe d'autorité.*

Le Secrétaire lit une lettre de M. Le Hir, accompagnée d'une liste de fossiles trouvés dans plusieurs localités du Finistère.

Le Secrétaire présente la note suivante de M. Coquand :

Description géologique des gisements bituminifères et pétrolifères de Sélenitza dans l'Albanie et de Chieri dans l'île de Zante; par H. Coquand.

§ 1. — ALBANIE.

On lit dans Strabon (1) : « Dans le pays des Apolloniates « il existe un endroit nommé *Nymphæum.* C'est un rocher qui « vomit du feu et au pied duquel coulent des sources d'un bi-

(1) Strabon, *Géographie*, Impr. impér., 1812, t. III, p. 8.

« tume tiède qui, vraisemblablement, provient du bitume li-
« quéfié ; car on voit sur une colline voisine une mine de bitume
« où, au rapport de Posidonius, la terre dont on emplit les ex-
« cavations à mesure qu'on extrait le bitume se convertit en
« cette substance. »

Vitruve parle des mêmes sources dans les termes suivants (1): « Circà Dyrrachium et circà Apolloniam fontes sunt, qui picis « magnam multitudinem cum aquâ vomunt. »

On ne saurait se méprendre sur l'exactitude des indications géographiques fournies par ces deux auteurs ; car il est bien constaté que Durazzo occupe l'emplacement de l'antique Dyrrachium et que le couvent de Pollina est bâti sur les ruines d'Apollonia, que l'on trouve près de l'embouchure de la Vojutza (*Aous* des anciens), à six heures environ au N.-E. d'Avlona.

Il paraît que les phénomènes curieux qui se manifestent autour de ces sources avaient attiré l'attention des naturalistes grecs et romains ; car il en est fait mention dans les ouvrages d'Aristote et de Pline.

Aristote (2) les décrit de la manière suivante : « Apolloniæ « nasci aiunt bitumen fossile picemque instar aquarum è terrâ « subsilientem, nihil à macedoniâ differentem, nisi quod atra « magis densiorque proveniat. Nec procul isthinc ferunt adcolæ « hujus regionis ignem exstare qui perpetuò ardeat. Locus au- « tem ardens minimè amplus est, ut videtur, sed quantus de- « cem ferè hominibus ad adcumbendum sufficit. Ceterùm sul- « fur alumenque redolet, crescitque et circà hunc gramen « densissimum, et quod maximè mirere, arbores excelsæ vix « quatuor cubitis ab igne distantes. »

Pline (3) les mentionne en ces termes : « Et juxta gelidum « fontem semper ardens Nymphæi crater dira Apolloniatis suis « portendit, ut Theopompus tradidit. Augetur imbribus, egerit- « que bitumen, temperandum fonte illo ingustabili ; aliàs omni « bitume dilutius... In Nymphæo exit à petrâ flamma quæ plu- « viis accenditur. »

Nous trouvons dans Ælien (4) le passage suivant :

« Apolloniatæ urbem habitant vicinam Epidamno in Ionico

---

(1) Vitruve, lib. VII, cap 3.

(2) Aristoteles, *De mirabilibus auscultationibus*, chap. CXXVII, édition F. Didot, 1857.

(3) Plinius, lib. II, § 106.

(4) Ælianus, *Variæ historiæ*, lib. XIII, § 16.

« sinu; atque in proximis urbi locis fossile est bitumen et pix « eodem planè modò è terrâ exoriens, quo pleræque aquarum « scaturigines. Non procul etiam Immortalis ille Ignis ostendi- « tur; qui verò ardet locus est exiguus, neque in magnum spa- « tium extenditur, neque longum habet ambitum, sulphur « autem et alumen olet; circumque ipsum florentes sunt arbo- « res, herbaque viridis; et ignis juxtà exæstuans nihil lædit, « neque teneros arborum surculos, neque herbam. Ignis verò « diu noctuque ardet, neque desiit unquam, ut aiunt Apollo- « niatæ, antè bellum quod cum Illyriis gerere debuerunt. »

Nous trouvons une indication du même genre dans ce texte de Dion Cassius (1) : « Apollonia loco peropportuno sita est, « sive terram, sive mare, sive flumina respicias; idque præ « reliquis maximam mihi admirationem movit, quod ad flu- « vium Aonam ignis multus editur, qui tamen neque in adja- « centem tellurem sese exerit, neque eam in quâ existit in- « flammat aut arefacit; sed ea herbas, arboresque etiam ponè « ignem germinantes edit, quæ imbribus superfusis adolescunt, « et in altitudinem excrescunt, undè ei loco Nymphæum no- « men inditum. »

Enfin, toujours parmi les anciens, Plutarque, dans la Vie de Sylla, reproduit, à propos d'Apollonia, la version des autres auteurs que nous venons de citer. Il dit en effet : « Propè Dir- « rachium est Apollonia et in vicino Nymphæum, sacer locus, « qui ex virenti valle et pratis ignis venas dispersas perpetuò « manantes eructat. »

A part quelques idées erronées, tenant surtout à l'ignorance des anciens des phénomènes naturels, nous verrons que les études auxquelles nous allons nous livrer des gîtes bitumineux de cette partie de l'Épire confirmeront, dans ce qu'elles ont d'essentiel, l'exactitude des renseignements qui nous ont été légués par les écrivains précités.

Les documents fournis par les auteurs modernes sont moins abondants et peut-être moins exacts que ceux que nous avons empruntés aux écrits des historiens grecs et romains. Le premier qui fasse mention des mines de bitume de l'Albanie est Pouqueville (2). Après avoir précisé leur position entre Alvona et les ruines d'Apollonia, il ajoute : « L'étendue des mines « qu'on n'a pas cessé d'exploiter depuis un grand nombre de

(1) Dion, *Roman. histor.*, lib. XLI.

(2) Pouqueville, *Voyage dans la Grèce*, t. I, p. 271.

« siècles paraît se prolonger fort loin au S.-E, et la quantité de « la poix est telle que l'Europe entière pourrait y puiser pour « ses besoins, sans crainte de l'appauvrir. Aux environs on « trouve partout le soufre combiné avec différentes sub- « stances. »

M. Boué mentionne aussi les mêmes gisements; mais sa relation est entachée de tant d'inexactitudes, tant sur leur emplacement et sur le niveau qu'ils occupent dans la série stratigraphique, que sur leur puissance et la nature des roches encaissantes, que nous sommes convaincu qu'il ne les aura pas visités lui-même et qu'il se sera contenté de transcrire, sans les contrôler, les détails que le docteur Holland aura consignés dans son ouvrage intitulé : *Travels in Albania and Greece*, ouvrage cité d'ailleurs par M. Boué. Quoi qu'il en soit, voici en quels termes il en rend compte (1) : « Les seuls dépôts étrangers su- « bordonnés au terrain nummulitique sont des amas de *poix* « *minérale*. Ce minéral occupe à Sélenitza, à l'E. d'Avlone et « sur la Soutchitza, une étendue d'environ une lieue un quart « de circonférence, dans l'angle formé par la Nojutza et la Sout- « chitza. Karbonara, où résident les ouvriers mineurs, en a pris « son nom et est le pendant de Vergoraz, dans le cercle de « Spalato, en Dalmatie. Le bitume sort de tous côtés du sol, et « des couches peu épaisses de calcaire le recouvrent, comme le « prouvent les puits d'extraction. Après 10 pieds, on entre « dans la poix, qui a plus de 50 pieds d'épaisseur. Les ouvriers « mineurs ont même dit au docteur Holland qu'elle avait jus- « qu'à 90 pieds. Le fait est qu'ils y creusent de très-longues ga- « leries. Cette poix est compacte et ne devient visqueuse que « lorsqu'on la chauffe. Des jets de gaz hydrogène carburé sor- « tent çà et là de terre et sont assez considérables pour s'en- « flammer et couvrir de grands espaces, ce qui rappelle les « feux de Pietra Mala, en Italie. Il y a aussi une source d'eau « d'où s'élèvent des bulles du même gaz, et qui formait le « *Nymphæum* de Plutarque. — Ces mines rappellent donc tout « à fait l'amas ramifié de huit toises d'épaisseur de Vergoraz, en « Dalmatie. »

Dire que le bitume se trouve enclavé dans l'étage subapennin et non dans le nummulitique, que les roches de recouvrement sont des grès et des poudingues et jamais des calcaires, que Sélenitza est sur les bords de la Vojutza et non sur ceux

(1) Boué, *Turquie d'Europe*, t. I, p. 279.

de la Sutchitza, comme l'indiquent à tort les cartes allemandes, et que l'épaisseur de 50 pieds qui est attribuée aux couches est exagérée de plus de la moitié, même quand on la mesure dans la portion la plus renflée des amas, c'est prouver que des erreurs de cette nature n'auraient jamais été commises par un observateur aussi exact que M. Boué, s'il avait visité lui-même les lieux.

Nous ajouterons, pour compléter la nomenclature de nos citations, que quelques expéditions de ce bitume dirigées, dans ces dernières années, sur les ports de Trieste, de Naples et de Marseille, dans le but de remplacer le brai pour le calfatage des navires, ont permis de juger de ses propriétés chimiques et physiques, mais sans nous renseigner sur les conditions géologiques dans lesquelles il se trouve dans le sein de la terre.

C'est dans l'intention de recueillir ces renseignements qui nous manquent et de comparer ces gisements, pour ainsi dire inconnus, à ceux que nous avons eu l'occasion d'étudier dernièrement dans les montagnes des Carpathes, que nous avons entrepris l'exploration du pays des Apolloniates. Nous eussions jugé notre œuvre incomplète, si nous n'avions examiné en même temps les célèbres sources de pétrole de l'île de Zante, décrites depuis 4000 ans par Hérodote, et qui, quoique situées à une assez grande distance de l'Albanie, ne se rattachent pas moins d'une manière intime au sujet que nous traitons.

Entre Durazzo et Avlona, la côte de l'Épire est plate et ne consiste guère qu'en plaines marécageuses formées par les alluvions des fleuves Usohkomobin (*Senussus* des anciens), Beratino (*Apsus*) et Vojutza (*Aous*), qui baignent l'Albanie dans toute sa largeur, et dont les sources s'avivent dans les hautes montagnes de la Macédoine. Mais, à partir de l'île de Saseno, qui protége la rade d'Avlona contre les vents d'ouest, la côte devient escarpée, montagneuse, inaccessible presque partout, et l'observateur se trouve en face de grandes chaînes calcaires remarquables autant par leur blancheur que par l'aridité de leurs pentes, et dont les pics de Sernelès, de Thoraïdès et de Schika, par lesquels se terminent les monts Acrocérauniens, dépassent l'altitude de 1600 mètres. Derrière ce premier rempart l'œil aperçoit, alignées suivant des directions parallèles au rivage, les montagnes plus élevées encore de Skrapari, de Djurad, d'Argenik, que domine d'une manière majestueuse, dans le dernier plan, le colosse de Tomoros, la Maladetta de cette partie de l'Épire.

Nous ignorons si le nom moderne d'Albanie donné à la région occidentale de l'ancienne Grèce continentale est dû à la blancheur de ses montagnes ou à celle des vêtements de ses habitants qui sont tous en laine blanche; mais ce qui frappe d'abord le géologue dans ce pays accidenté et d'un accès si difficile est certainement, après l'âpre relief de ses grandes chaînes, la couleur uniforme des roches dont ces chaînes sont toutes composées, et qui consistent en un calcaire, blanc comme le lait, subsaccharoïde ou cireux, lequel n'admet aucun banc d'argile ou de grès subordonné, particularité qui, ajoutée à la rareté des fossiles, à leur empâtement et à leur mauvais état de conservation, en rend la classification peu commode.

Sans nous occuper, pour le moment du moins, des formations secondaires dont l'histoire sera esquissée un peu plus tard, nous pénétrerons d'emblée dans le cœur de la question en dessinant à larges traits les caractères généraux du terrain où sont concentrés les gisements bitumineux, et qui, entre Kanina, au S. d'Avlona, et le méridien de Bérat, se développe sous forme d'un bassin très-étendu. Ce terrain se distingue, à première vue, des contre-forts calcaires qui l'enserrent de tous côtés par la physionomie de ses collines beaucoup moins élevées, à contours émoussés et arrondis et surtout par une végétation robuste et variée qui contraste avec la charpente vivement burinée et l'aridité des premiers. Disons tout d'abord, pour mieux arrêter les idées, que le bassin dont nous avons à nous occuper appartient à l'étage pliocène qui correspond à la fois aux argiles subapennines de l'Astésan et de la Toscane, ainsi qu'aux dépôts supérieurs à ces marnes, désignés par les géologues toscans par le nom de *panchina*, et dont les environs de la ville de Volterra fournissent un excellent type, avec cette différence toutefois que la panchina qui est de nature calcaire, a, dans l'Albanie, pour équivalent, des grès et des poudingues avec *Janira Jacobæa*.

Le terrain tertiaire débute dans les environs immédiats d'Avlona par un système très-puissant d'argiles bleuâtres, mélangées de sable et admettant, à l'état subordonné, quelques couches peu épaisses de grès et de poudingues. Ces argiles, exploitées pour la fabrication des tuiles et de la poterie grossière, barrent vers le N.-E. l'horizon d'Avlona, sous forme d'escarpements abruptes, profondément ravinés et que l'on voit se diriger de là jusqu'à l'embouchure de la Vojutza, en perdant insensiblement de leur hauteur et en se transformant en collines

basses qui séparent la région montagneuse des plaines marécageuses du littoral, véritables maremmes et foyer permanent de fièvres pestilentielles. Vers le sud, elles se dépouillent de l'âpreté de leurs formes et deviennent des coteaux gracieux que recouvrent des vignobles et des bois d'oliviers. Elles se prolongent un peu au delà de la petite ville de Kanina, où on les voit buter contre les calcaires nummulitiques.

Outre les quelques bancs de grès et de poudingues que nous venons de mentionner, les argiles contiennent, étagées à divers niveaux, trois ou quatre bancs d'un calcaire coquillier, grossier, dont l'épaisseur oscille entre 0 m. 50 et 1 m. 20, et que leur consistance fait rechercher avec activité pour la construction des maisons ainsi que des trottoirs que l'on est obligé d'établir sur un des côtés des routes muletières, afin de les rendre praticables pendant l'hiver. La faible puissance de ces bancs et le vice de leur exploitation, qui consiste dans le simple arrachage des têtes des couches et le remblaiement immédiat des vides par la chute des argiles encaissantes, ont pour résultat de masquer si parfaitement les affleurements, que, si l'on n'est pas conduit sur les lieux par un guide du pays, l'existence de ces couches pourrait fort bien échapper aux regards de l'observateur. Elles sont entièrement pétries de fossiles.

Ces calcaires sont de couleur jaunâtre et quelquefois oolithiques. Le gisement le plus rapproché de la ville se trouve au sud de la fontaine d'Apléma, où leur présence est trahie par des déblais de carrière que l'on rencontre au milieu des oliviers. Sur ce point ils sont presque verticaux et dirigés N. E., S. O., avec plongement vers le N. O.; mais, en les suivant dans leur prolongement vers le sud, on voit quelques-uns d'entre eux qui se désagrégent avec une facilité extrême, se fondent dans les argiles bleues et contiennent une très-grande quantité de fossiles libres et bien conservés, qu'on ne saurait distinguer de leurs analogues du Plaisantin et de l'Astésan. Il serait inutile d'en donner le catalogue complet; mais, pour bien établir la date du dépôt pliocène dans lequel on les recueille, nous nous contenterons de citer les espèces suivantes :

Venus plicata, Gmel.
Arca diluvii.
Anomia corrugata, Brocchi.
— *epiphium.*
Lutraria elliptica, Lam.
Pinna tetragona.
Ostrea navicularis.
Murex turritus.
— *brandaris*, Linné.
Buccinum semistriatum, Brocchi.
— *mutabile.*
Nassa variabilis.

Pleurotoma dimidiata.
Cardium edule, Linné.
Nucula margaritacea.
Pecten plebeius, Brocchi (non Lamarck).
— *dubius.*
Pectunculus insubricus.
Turritella tricarinata.
Turritella vermicularis.
— *quadricarinata.*
Natica millepunctata.
— *olla*, Marc de Serres.
— *helicina*, Brocchi.
Columbella subulata.
Cerithium doliolum.

On peut faire en peu de temps une récolte abondante de ces fossiles dans les coteaux que traverse la route d'Avlona à Inharina, et qui établissent la séparation des eaux de la Sutchitza d'avec celles qui se jettent directement dans la mer.

Au-dessous de ces bancs fossilifères, mais séparés d'eux par des argiles bleues de plus de soixante mètres de puissance, on remarque deux énormes amas gypseux que la couleur grisâtre de leur surface dénudée permet de reconnaître d'assez loin. Ils forment une ceinture continue au-dessus d'Avlona, et on les voit se prolonger vers le nord jusque dans le territoire d'Arta. La masse entière est formée de cristaux lenticulaires entrelacés, et, quoique noyée au milieu des argiles, elle est d'une pureté remarquable et elle n'alterne jamais avec elles. Ces amas, parallèles entre eux, sont séparés les uns des autres par un nerf d'argiles de 10 mètres environ. Le premier peut avoir 20 mètres de puissance et le second 25. On dirait des dykes d'origine volcanique. Cependant, si on les observe sur des points convenablement choisis, on ne tarde pas à reconnaître, dans la marche régulière de certaines lignes, des temps d'arrêt et des indices de stratification auxquels correspondent des changements dans la structure et dans la dimension des cristaux, caractères plus que suffisants pour dévoiler leur origine sédimentaire et leur contemporanéité avec les argiles auxquelles ils sont subordonnés.

Si la base de l'étage pliocène dévoile, comme les détails qui précèdent tendent à le démontrer, une période de calme et de tranquillité, la partie supérieure, au contraire, correspond à une période d'agitation, car elle est exclusivement formée d'assises puissantes, de grès, de sables et de poudingues, dont l'épaisseur, mesurée sur les points où la série est complète, est vraiment prodigieuse et dépasse une centaine de mètres.

Cette partie supérieure débute, au-dessus des argiles bleues, mais au moyen d'alternances ménagées, par des grès jaunâtres, qui passent à de véritables poudingues. Les éléments roulés

dont ceux-ci sont formés appartiennent à des calcaires blancs crétacés ou nummulitiques empruntés aux montagnes du voisinage, à des silex grisâtres, à des quartzites bruns ou verdâtres, à des jaspes, des quartz hyalins, des diorites, des euphotides et des roches syénitiques dont le gisement nous est inconnu, et dont on ne trouve aucun représentant dans les galets charriés par la Vojutza, en amont de la ligne où le fleuve entame la formation tertiaire. Ces poudingues alternent avec des grès souvent fossilifères, et donnent naissance, en se désagrégeant, à un terrain caillouteux, meuble, qu'on serait tenté de rapporter au diluvium. C'est là l'équivalent de la panchina de Volterra que caractérisent en Italie, ainsi qu'en Albanie, la *Janira Jacobæa* et le *Cardium edule*, tout comme les gypses me paraissent être les équivalents des gypses pliocènes de Scilli et de Gesso en Sicile.

N'oublions pas de mentionner, entre le niveau des poudingues et celui des argiles bleues, un développement assez important de marnes ou argiles blanches, dont la couleur trahit la présence à des distances très-considérables, et qui fournissent un signe de repère précieux. Comme les montagnes tertiaires de cette partie de l'Épire sont recouvertes de makis toujours vertes, les ravins qui en déchirent les flancs mettent à découvert les argiles blanches, et ce contraste criant de blanc et de vert semble représenter de loin une gigantesque livrée de l'époque de la renaissance, dans laquelle on aurait ouvert des crevés de distance en distance.

Ces considérations générales une fois exposées, nous croyons devoir décrire l'itinéraire que nous avons suivi depuis Avlona jusqu'aux gisements bitumineux, autant pour ne pas nous égarer dans des digressions superflues, que pour servir de guide aux géologues qui viendront après nous, dans un pays où les mœurs des habitants, l'absence d'auberges et de routes, la difficulté de se procurer des interprètes, placent le voyageur dans de très-grands embarras, dans un pays où la sûreté personnelle n'existe qu'à la condition d'être protégée par une escorte fournie par l'autorité des pachas, où toutes les circonstances contraires jointes aux fièvres intermittentes qui, dans la saison d'été, déciment la population, créent des obstacles que la volonté la plus résolue a de la peine à surmonter, et qui rappellent, mais en les dépassant de beaucoup, ceux contre lesquels on a à lutter au milieu des tribus barbaresques, dans un pays, en un mot, qui n'a de commun avec le reste de l'Europe méridionale que le soleil, les productions naturelles du sol et les lois générales de la géolo-

gie. Il paraît que les choses s'y passaient différemment et mieux du temps d'Homère.

Avlona est bâtie sur les limites de la plaine alluviale d'Arta et des coteaux qui la séparent de la vallée de la Sutchitza, et dont la direction générale est N. O., S. E. Les dernières rues sont étagées sur les argiles bleues. Après une demi-heure de marche, on voit le chemin de Bérat, barré par deux amas de gypse qui font saillie au-dessus du sol, et que l'on peut suivre en direction jusqu'au-dessous du monticule de Kousbaba que couronnent des tombeaux musulmans à arcades; mais il est à remarquer qu'ils atteignent leur maximum de puissance dans les alentours d'Avlona même, à partir desquels on les voit s'amincir graduellement pour disparaître enfin, de manière qu'on n'en observe plus de vestige sous les murs de Kanina, bien qu'on n'ait pas abandonné un seul instant les argiles bleues auxquelles ils sont subordonnés. Cet accident n'est pas particulier à l'Albanie seulement; on sait qu'il se reproduit assez généralement pour les gisements de cette nature qui se rencontrent au milieu des formations tertiaires et secondaires.

A l'est de la fontaine Apléma, juste au-dessus du mamelon de Koubi, autre cimetière musulman, on remarque les grès et les poudingues par lesquels débute la partie supérieure de l'étage; mais, comme ordinairement les chemins franchissent les montagnes par les points de plus grande dépression, c'est-à-dire par les cols, on ne quitte guère, en les suivant, le niveau des argiles, et, pour atteindre celui des poudingues, il convient d'escalader les hauteurs qui se dressent à la droite et à la gauche de l'observateur.

Un des points les plus favorables pour ce genre d'études est sans contredit la petite ville de Kanina, que commande une forteresse bâtie par les Vénitiens, aujourd'hui presque en ruines, et dont les maisons blanchies à la chaux couronnent, comme autant d'ouvrages crénelés, une crête de rochers au-dessous de laquelle s'ouvrent des deux côtés des précipices inaccessibles. Cette position, que la nature et la main de l'homme se sont plu à créer si forte, a conspiré, avec l'assurance de l'impunité et les habitudes pillardes des Albanais, à développer chez les Kaniniens le goût des aventures et des expéditions audacieuses; et si aujourd'hui l'autorité plus vigilante des pachas a contrarié, jusqu'à un certain point, la vocation qui les entraîne naturellement vers le brigandage, on n'en cite pas moins de temps en temps de ces coups de main hardis qui prouvent que les enfants

ne sont pas indignes de la réputation que leur ont léguée leurs pères.

Ce nid d'aigle est bâti sur les grès et sur les poudingues. Les couches y sont presque verticales, et, à cause de leur désagrégation inégale, elles donnent aux affleurements une structure tranchante qui en rend l'accès difficile.

J'ai profité de mon excursion à Kanina et de son voisinage avec les calcaires blancs, par lesquels débutent les fameux monts Acrocérauniens, pour chercher à établir la filiation des terrains tertiaires entre eux, ainsi que leurs rapports avec les terrains secondaires. Ce n'était pas là une vérification de simple amusement. Une première expédition, dirigée du côté de la mer, m'a montré, près de la fontaine Anapi (Platane), au-dessous du phare qui indique la passe du golfe d'Avlona, entre le cap Linguetta et l'île de Sasone, m'a montré, dis-je, le système tertiaire redressé et replié plusieurs fois sur lui-même. Il était formé de couches assez puissantes de grès verdâtres, sableux, friables, alternant avec des argiles verdâtres que je n'ai rencontrées qu'en ce seul point, et qui m'ont paru être inférieures aux argiles bleues. S'il en est ainsi, ces grès devraient peut-être être considérés comme miocènes, surtout si un *Clypeaster altus* que j'ai vu entre les mains de M. Calzavaro, consul d'Autriche à Avlona, provient véritablement de cette localité, ce qui n'est pas établi d'une manière certaine. Pour moi, je n'ai pu y découvrir aucun fossile, malgré des recherches minutieuses, et le dérangement qu'ont subi les couches au contact des calcaires nummulitiques ne permet de rien affirmer de positif à leur égard. Toutefois, cette difficulté ne saurait être invoquée contre l'âge des argiles et des poudingues auxquels leur position et les fossiles assignent incontestablement une date pliocène.

Une seconde vérification pratiquée dans l'intérieur des terres et sur le prolongement oriental de ces mêmes calcaires blancs, au point même où ils atteignent la rivière de la Sutchitza, m'a mis en présence de ces mêmes terrains, mais plus développés peut-être, et reposant, en concordance de stratification, sur un ensemble très-puissant de calcaires blanchâtres et grisâtres, résonnant sous le marteau à la manière des phonolithes, alternant avec des marnes argileuses de couleur cendrée, peu délayables dans l'eau, et qu'il est facile de distinguer des argiles pliocènes. Les calcaires sont généralement disposés en plaquettes ou en couches bien réglées, d'une grande homogénéité, et, à cause de leur alternance avec les argiles, forment

sur le terrain des espèces de gradins à enjambées inégales. Le grain en est fin, serré et miroitant.

Il faut s'armer de patience pour y découvrir des vestiges de corps organisés. Cependant, en ayant soin de donner la préférence aux blocs dont les agents extérieurs ont décapé la surface, on parvient à apercevoir des Alvéolines et d'autres foraminifères, reconnaissables à la structure interne de leurs coquilles. Mais, comme fossiles des plus répandus, je dois mentionner des Orbitolites très-minces, de la taille d'une grosse lentille, et qui composent à elles seules des couches de 2, 3, et jusqu'à 10 décimètres d'épaisseur, couches dont les habitants des villages voisins choisissent les plus légères pour en couvrir leurs maisons. C'est sur les bords mêmes de la Sutchitza, au-dessous du village de Drakovitza que sont ouvertes les carrières de ces dalles.

J'avais bien là sous les yeux un représentant de l'étage éocène; mais à quelle division de l'échelle correspondait-il ? Voilà une question qu'il ne m'a pas été donné de résoudre avec toute la précision désirable, à cause de l'impossibilité d'arriver à la détermination spécifique des foraminifères qu'il renfermait. Comme je n'ai remarqué aucune Nummulite, j'incline vers l'opinion, qu'on doit la rapporter au calcaire à fucoïdes qui, en Italie et dans les Carpathes, contient également des Orbitolites et des Alvéolines sans Nummulites, d'autant plus que je trouvais ces dernières, c'est-à-dire l'équivalent du calcaire grossier, dans les calcaires blancs qu'à Drakovitza, ainsi que dans le ravin profond qui déchire la montagne au-dessus du Phare, près de Crionéro, on observe au-dessous du calcaire à Orbitolites. Avec les Nummulites, qui sont très-abondantes dans certaines couches, je recueillais des fragments de polypiers et des articles d'*Apiocrinus*. Ce n'est point le lieu de discuter comment le genre *Apiocrinus*, relégué jusqu'ici dans les formations secondaires, remonte en Albanie dans l'étage éocène, pas plus qu'il n'aurait été permis de se récrier contre la présence du genre *Pentacrinus*, quand on le signala pour la première fois dans le miocène de la Superga.

Ajoutons cependant que si, à cause de la disette des fossiles, les calcaires à Orbitolites peuvent être un objet d'embarras pour le géologue, il n'en est point de même au point de vue de leur application industrielle. Ils contiennent de nombreux rognons de silex qui sont, pour les habitants de Drakovizta, la source d'un commerce assez actif. Les silex servent à la fabrication

des pierres à fusil; or, si on veut bien remarquer qu'en temps de paix, chaque Albanais ne sort jamais de chez lui sans être armé d'une escopette et de deux pistolets, on comprendra toute l'importance d'un produit que les fulminates, inconnus dans la contrée, n'ont point encore détrôné. Les pièces de silex de grande dimension sont réservées pour la confection des meules.

Comme les matériaux que fournit l'étage pliocène, à part la panchina, sont de consistance trop friable pour pouvoir être employés dans les constructions, on emprunte ordinairement les matériaux solides aux calcaires blancs de la montagne de Longara. Parmi les blocs de rochers arrachés sur divers points et au hasard, on en remarque un certain nombre qui sont entièrement remplis de rudistes qui trahissent l'existence de l'étage provencien dans cette partie de l'Albanie. J'eus le plaisir d'en découvrir un gisement des mieux caractérisés, au sud du cap Linguetta, dans la branche montagneuse du golfe d'Avlona, par laquelle se terminent les monts Acrocérauniens, et à laquelle fait suite l'île de Sasone. Ce fut juste en face du mouillage dans lequel ancrent les navires qui viennent y charger du bois.

Les couches sur ce point présentent un bombement, grâce auquel elles se répètent de chaque côté d'une manière symétrique et on peut les étudier avec facilité, la mer en ayant dénudé la base jusqu'à une certaine hauteur. Ce sont encore des calcaires blancs que, sans le secours des fossiles, on distinguerait difficilement des calcaires nummulitiques. Cependant, leur grain est plus pierreux et ne présente pas ce miroitement particulier qui caractérise ceux-ci; de plus, ils ne retiennent pas de silex, mais en revanche des masses de rudistes solidement empâtés dans leur gangue, dont les plus communs sont les *Hippurites cornu-vaccinum* et *organisans*, les *Sphærulites Sauvagesi* et *angeiodes*. Quelques bancs se montrent pétris de Caprines que l'on reconnaît bien à la section de leurs valves. On croit avoir sous les yeux des calcaires à *Chama ammonia*; mais cette confusion, possible seulement si la roche qui les contient était examinée hors de place, ne peut se produire quand on l'observe dans son gisement naturel, car on la trouve engagée entre deux bancs à rudistes provenciens. Si à ces fossiles on ajoute une *Acteonella lævis*, passée à l'état de moule, on aura l'inventaire des richesses paléontologiques que m'a offertes la montagne de Longara.

Sur les bords opposés du golfe se dressent magistralement

les montagnes de Morrova, dont les flancs escarpés montrent un développement de calcaires blancs de près de 500 mètres de puissance. On voit très-distinctement les calcaires à rudistes constituer le piédestal de cet immense édifice; mais il m'a été impossible d'en gravir les pentes jusqu'au sommet, et d'établir une séparation exacte entre ceux-ci et les calcaires nummulitiques, d'autres calcaires blancs sans fossiles s'interposant entre ces deux niveaux fossilifères. Néanmoins, un fragment d'*Ananchytes*, rencontré dans les éboulis, y rend vraisemblable l'existence de la craie blanche. Dans ce cas, on aurait en Albanie le pendant des formations tertiaires et secondaires des Alpes, du Tyrol et des Alpes Vénitiennes; et la ressemblance serait complète par la présence au cap Rosso, près de Santi-Quaranti, du fameux *calcare rosso ammonitifero*, de position constatée aujourd'hui, qui y a été exploité comme marbre, et dont les produits figurent dans plusieurs monuments de Corfou, notamment dans l'église de Saint-Spiridion et dans le palais Capo d'Istria.

On voit déjà par ce simple aperçu qu'il convient de dépecer en plusieurs systèmes indépendants la masse épaisse des calcaires blancs qui forment l'ossature de la presque totalité des chaînes montagneuses de la Basse-Albanie. Pour mon propre compte, j'ai regretté vivement que l'objet spécial de mes études m'ait presque constamment rejeté dans le terrain tertiaire. Je savais par expérience le temps qu'il aurait fallu dépenser pour obtenir l'ordre chronologique des divers étages, lorsque ces étages sont composés de calcaires de même couleur et de même texture, et que l'élément argileux fait défaut ainsi que les fossiles. En Épire, les difficultés étaient rendues plus grandes encore à cause de la configuration même des montagnes qui, dans les abrupts où se montre la sortie des couches, sont inabordables, et dont les revers à pente douce sont recouverts de massifs impénétrables ou de forêts où les sangliers pénètrent plus facilement que les géologues et y trouvent au moins un abri qui est refusé à ces derniers. On est donc obligé de gagner presque constamment les crêtes où l'on est assez mal placé pour les recherches géologiques.

Quoi qu'il en soit, et pour nous en tenir aux faits positifs que nous avons recueillis, il devient bien établi que notre étage pliocène se sépare nettement de tous les calcaires blancs qui les supportent, quel que soit d'ailleurs l'âge de ces calcaires.

Après cette digression, qui donne un aperçu général de la constitution géologique de la contrée, il est temps de reprendre notre itinéraire.

Une fois parvenu à la ligne de faîte de la vallée de la Sutchitza, j'embrassais du regard un des horizons les plus vastes et les plus variés. A mes pieds, et jusqu'au delà de la rivière, s'étendait une grande plaine couverte de maïs, qu'enserrait une ceinture de collines plantées d'oliviers séculaires, tandis que dans le lointain se dressaient en amphithéâtre une série de montagnes calcaires, remarquables par la hardiesse de leurs formes et la bizarrerie fantastique avec laquelle leurs crêtes se découpaient en obélisques, en pics et en murailles démantelées. Parmi les sommités les plus saillantes se faisaient surtout remarquer les montagnes de Laparla, de Bratey, de Therbatzy, de Vranyzta, de Coutzi ; enfin, dans les limites les plus reculées apparaissaient les cimes de Skrapari et celles de Tomoros, qui, au S. E. de Bérat, séparent les eaux de la Vojutza de celles de l'ancien Apsus.

Après avoir franchi la Sutchitza, nous gagnâmes immédiatement les crêtes des monts, afin d'éviter les argiles bleues dont les ravins rendent le parcours presque impraticable, et nous marchâmes constamment sur des grès jaunâtres et de grandes masses de poudingues qui alternent à plusieurs reprises, se remplacent mutuellement et n'offrent rien de régulier dans leur distribution.

Les Albanais ont l'habitude de bâtir leurs habitations sur les sommités, moins pour échapper aux atteintes de la fièvre que pour se soustraire à l'inconvénient des boues en lesquelles les argiles bleues se convertissent pendant l'hiver. Nous passâmes successivement en revue les misérables villages de Penkowa, de Verzantzi, de Tribola, où j'eus le plaisir de recueillir, au milieu des poudingues, le *Cardium edule* et la *Turritella tricarinata*, puis Couzzolassiou que domine, vers le N. E., un promontoire de poudingues, et dont les maisons ont leurs fondations sur les premiers bancs des argiles bleues. Pour nous rendre de cette dernière station à Sélenitza, nous dûmes regagner les hauteurs par des sentiers presque âpres, tracés au milieu des poudingues, sur lesquels nos montures avaient beaucoup de peine à se maintenir, et qu'il fallait suivre pourtant, afin d'éviter les crevasses béantes qui dépeçaient les ourlets des précipices et préparaient les portions de terrain destinées les premières à l'abîme. Nous arrivâmes enfin à un ancien camp

ruiné, au-dessous duquel se montraient éparpillés, à l'ouest, les gourbis et les misérables cabanes de Sélenitza, et à l'est fuyaient dans toutes les directions des fondrières profondes sur lesquelles se détachaient en noir une foule d'affleurements de bitume solide.

Familiarisé par deux années d'études avec les gisements de pétrole dans les Carpathes et dans l'Italie, je pensais que l'Albanie devait reproduire des accidents, sinon tout à fait semblables, du moins à peu près identiques avec ceux que m'avaient dévoilés les terrains éocènes des Principautés danubiennes et de la Sicile; mais je fus trompé dans mes prévisions, d'abord parce que le terrain bituminifère était bien plus moderne, et ensuite parce que la manifestation des salses, qui ont rendu les bords de la mer Caspienne et de la mer Noire si célèbres dans l'histoire des phénomènes naturels, ne pouvait s'opérer en Albanie, par la raison toute simple, que les terrains n'y étaient pas salifères, et que les pétroles, ne s'y montrant pour ainsi dire plus à l'état liquide, n'étaient pas susceptibles d'éprouver cette décomposition lente qui donne naissance au gaz hydrogène carboné, et, par suite, aux volcans de boue.

Mais, par compensation, j'avais à ma disposition et avec une abondance prodigieuse qui laisse dans l'effacement les bitumes trop vantés de la mer Morte, des dérivés de ces mêmes pétroles, emmagasinés dans des terrains que je pouvais aborder et examiner avec la plus grande facilité dans toutes leurs conditions de position et de relations, soit entre eux, soit avec les roches encaissantes, sans que je fusse obligé, pour en composer l'histoire, de recourir à ces hypothèses merveilleuses ou invraisemblables qui ne tendraient à rien moins qu'à faire du pétrole l'auxiliaire indispensable des volcans et des tremblements de terre, lorsque son rôle modeste s'est borné à élever sans bruit quelques taupinières de boue à la surface du sol et à produire, à travers quelques fêlures des montagnes, en dégageant du gaz inflammable, que la main de l'homme est obligé d'enflammer, ces volcans de feu sans laves et sans cratères qui n'ont pas même la force d'échauffer les parois des rochers qu'ils traversent et qui respectent même les herbes qui poussent à leur contact. Si l'on ajoute que tous ces phénomènes s'accomplissent sous l'influence d'une température qui se maintient constamment inférieure à celle de l'air atmosphérique, on conviendra que l'intervention des agents incandescents de l'intérieur du globe, invoquée par certains auteurs, convient très-peu à leur tempé-

rament et va droit contre l'hypothèse mise en avant pour expliquer leur formation.

La suite de ma relation démontrera que si les Carpathes ne m'ont montré les huiles minérales qu'à l'état de naphte plus ou moins chargé de matières goudronneuses, et quelquefois, mais rarement, à celui de bitume glutineux, c'est-à-dire dans sa première phase d'existence et de transmutation, Sélenitza me devait montrer ce même pétrole parvenu à la limite extrême de son épuisement, c'est-à-dire réduit en une substance solide, incapable de se décomposer spontanément et d'engendrer de nouveaux produits dérivés; d'où il est rationnel de conclure que l'histoire de cette substance consiste en deux évolutions distinctes, dont la première a pour théâtres principaux de sa vie active l'Amérique du Nord et les régions carpatho-caucasiennes, et la seconde les bords de la mer Noire et de Basse-Albanie; et, comme trait d'union entre ces deux états extrêmes, qui représentent la naissance et la mort, nous mentionnerons l'existence du bitume glutineux, substance intermédiaire et non permanente, par laquelle le pétrole passe avant de perdre sa fluidité primitive et d'avoir acquis la consistance qu'il doit conserver toujours; c'est ce qu'on peut appeler l'époque de la vieillesse et de la décrépitude.

Le camp ruiné auprès duquel nous avons mis pied à terre est assis sur des grès jaunâtres, alternant avec des bancs épais de poudingues, et que caractérisent des quantités prodigieuses de *Cardium edule*, d'*Ostrea pseudoedulis* et de *Janira Jacobæa*. Ces fossiles sont également distribués dans toute l'épaisseur de l'étage qui contient le bitume, de sorte qu'on ne saurait se méprendre sur l'âge qu'il convient de lui assigner. On retrouve au-dessous de ce manteau de roches à éléments roulés, qui n'a pas moins de soixante mètres de puissance, les argiles bleues qui leur servent de base, avec leur cortége de fossiles subapennins, et dont les dernières couches vont se confondre avec la plaine de la Vojutza.

C'est au milieu des grès et des poudingues, donc dans la partie supérieure de l'étage pliocène que se trouve emprisonné le bitume solide. Déjà, avant d'arriver au vieux camp, on recoupe dans les divers sentiers qui y conduisent quelques affleurements que leur friabilité à la surface a fait négliger, et du côté opposé, dans le territoire de Rompzi, on aperçoit encore, en dehors du grand centre fécondé de Sélenitza, plusieurs veines éparses qui se rattachent au massif principal, de sorte qu'on ne peut pas

estimer à moins de trois à quatre kilomètres le rayon où la substance se montre à la surface du sol. Mais, comme les fouilles d'où on la retire depuis un temps fort reculé, et qui remonte certainement à une époque antérieure à l'ère chrétienne, sont concentrées sur les points où l'existence de nombreux ravins ont rendu plus faciles les moyens d'attaque, et qu'à cause de l'envahissement des eaux et de l'ignorance des procédés de bonne exploitation on a généralement reculé devant les questions de profondeur, il n'est pas facile d'être fixé sur la consistance ou la continuité du gîte au delà du champ d'extraction actuel. Pour être renseigné exactement sur son étendue et sa valeur réelle, il aurait fallu pousser des reconnaissances au delà des affleurements, au moyen de puits ou de galeries. Mais comment exiger de pareils travaux de la part des Albanais, qui ne savent que créer des chantiers éboulleux, et dont l'écroulement laisse ensevelir la plus grande partie des richesses souterraines que le terrain recèle.

Toutefois, si ce système défectueux d'exploitation compromet les intérêts et l'avenir de la mine, il offre au géologue l'avantage de pouvoir constater sur un très-grand nombre de points la manière d'être du bitume au sein de la terre. Ainsi qu'il était facile de le prévoir, ce minéral ne se présente point en couches ni en filons réglés, mais bien au milieu des grès et des poudingues, sous forme d'amas irréguliers plus ou moins rapprochés les uns des autres, toujours parallèles au sens de la stratification, et dont il serait impossible de traduire la physionomie par une description générale, tant chaque dépôt diffère du dépôt contigu, soit par son étendue, soit par ses allures, soit par sa puissance, à moins de tomber dans les formules banales usitées dans les signalements des passe-ports, où il n'entre d'exact que la taille de l'individu. Tout ce qu'on peut dire comme généralité, c'est que chaque amas se compose essentiellement d'une partie centrale toujours renflée, laquelle correspond au maximum d'épaisseur, et que, de ce point, il va graduellement, diminuant de puissance dans tous les sens, jusqu'à ce qu'il soit réduit à zéro, là où le toit et le mur finissent par se confondre. C'est, comme on le voit, la forme des amas lenticulaires ; mais il s'en faut de beaucoup que dans la nature elle se reproduise suivant des règles géométriques. La régularité, en réalité, en est troublée par une foule de détails accidentels, qu'il serait difficile de décrire, mais que l'œil qui les saisit fait comprendre à l'esprit immédiatement. Je ne sais si

je manque au bon goût en me servant d'une comparaison qui rend assez bien les impressions que j'ai ressenties, et qui consiste à considérer la mine entière comme une armée une dans sa nationalité et dans son organisation, mais dont les diverses catégories de dépôts en lesquels on peut la subdiviser répondraient aux régiments de diverses armes dont se compose cette armée.

La figure suivante donne la coupe que nous avons relevée

Fig. 1.

B — Bitume solide.
G — Grès et poudingues.

dans un chantier qui a fourni à l'abatage une énorme quantité de bitume, et dans lequel on peut lire les allures qu'affectent le plus ordinairement les amas, lesquels consistent, comme on le voit, en des renflements et des étranglements successifs. Les épaisseurs de trois mètres ne sont pas rares dans les parties renflées.

Ces dépôts, considérés dans leur ensemble, sont justement ce qu'ils auraient dû être, si on admet que, pendant la sédimentation des grès et des poudingues au fond de la mer tertiaire, le bitume, amené par des sources à l'état visqueux, a rempli les dépressions dans lesquelles il a pu s'accumuler, en restant pur, ou bien en s'incorporant aux éléments sableux ou argileux avec lesquels il s'est trouvé mêlé. En effet, la section des amas bituminifères, par un plan perpendiculaire à leur direction, correspond, dans le plus grand nombre de cas, à celle d'une flaque remplie d'eau dans laquelle celle-ci se serait ensuite solidifiée. On dirait des bassins alignés suivant un même plan, qui auraient été remplis successivement, et dont le trop-plein du premier aurait été versé dans le second, et ainsi des autres jusqu'au dernier. Dans cette catégorie de gisements, qui

est le plus souvent répétée, le bitume est presque toujours d'une très-grande pureté. Il y a loin cependant de la puissance exceptionnelle de trois mètres pour quelques points privilégiés à celle de 90 pieds déclarée par les ouvriers au docteur Holland. Il faut se méfier en général des rapports des ouvriers toujours portés à l'exagération. J'en ai fait l'expérience à Sélenitza même, où on m'annonçait des merveilles pour des chantiers que je feignais de négliger et dans lesquels on supposait que je ne descendrais pas, et qui, une fois vérifiés, rentraient tout simplement dans la règle commune.

On comprendra sans peine que l'irrégularité des amas, jointe à la variabilité de leur étendue, ait assujetti les travaux souterrains à des tâtonnements nombreux et souvent à de fausses manœuvres. Les puits sont fréquemment creusés au hasard et ne traversent que des terrains stériles ; d'autres fois, ils tombent sur des étranglements qui sont jugés trop insignifiants pour être suivis, bien qu'en réalité, en les fouillant par une galerie sur la longueur de quelques mètres, on eût eu la bonne fortune d'atteindre d'autres amas auxquels les étranglements négligés servaient de trait d'union.

Comme il n'est plus possible de pénétrer dans les anciens travaux qui sont éboulés, on manque de renseignements sur la disposition que présentait le bitume dans les parties déjà fouillées, ainsi que sur les accidents auxquels l'a assujetti sa nature plastique, au moment de son arrivée dans les terrains encaissants. Nous en sommes réduit, par conséquent, à représenter par des croquis les diverses formes que nous avons pu observer et relever, et de ces indications, quelque incomplètes qu'elles puissent être, il ressortira clairement que le malthe est *nécessairement* contemporain des bancs qui le contiennent, ainsi que nous avons la confiance de l'avoir démontré pour les pétroles de la Valachie et de la Moldavie (1).

En effet, il est facile de s'assurer que les amas, malgré leur irrégularité, sont tous parallèles à la stratification et que, sous ce rapport, ils doivent être assimilés aux amas de gypse des terrains secondaires et tertiaires, ou bien aux amas de fer oxydé que l'on exploite dans la formation jurassique, les uns et les autres étant ordinairement fossilifères. Il serait superflu d'en-

(1) Coquand, *Sur les gîtes de pétrole de la Valachie et de la Moldavie. Bull. Soc. géol.*, t. XXIV, p. 545 et 553.

trer dans des développements à cet égard, car chacun sait que ces amas, bien qu'ils soient souvent séparés les uns des autres et que leur origine reconnaisse une autre cause que les couches encaissantes, n'en sont pas moins subordonnés à ce même système de couches dont ils suivent les lois de distribution, et qu'ils représentent dans la série stratigraphique un horizon nettement défini.

Toutefois, avant de pénétrer dans ces études de détail, disons quelques mots des caractères de la pierre de poix et des diverses variétés qu'elle est susceptible de former. Généralement elle consiste en masses compactes d'une très-grande homogénéité, d'un noir très-intense et brillant, se ternissant à la surface, d'une très-grande friabilité, la cassure résineuse, ou largement conchoïde, répandant par la percussion et surtout à l'aide de la chaleur une odeur prononcée d'asphalte, mais assez agréable, qui devient piquante quand on l'enflamme. Elle brûle avec la plus grande facilité, avec flamme longue et fumée épaisse, rougeâtre, en faisant entendre un pétillement particulier et en se boursouflant avant de se fondre. Elle laisse pour résidu un charbon léger, poreux, noir, ressemblant au coke, moins le reflet couleur d'acier. Le pétillement est provoqué par une certaine quantité de naphte dont la combustion s'opère avec production de petites dardes de flammes claires, qui, sous forme d'éclairs, traversent et illuminent l'atmosphère fuligineuse qui s'élève au-dessus de la masse en ignition.

Le malthe de Sélenitza a fourni à l'analyse les résultats suivants :

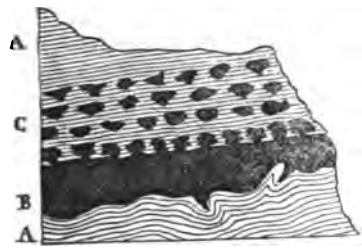
Huile de pétrole	43	100
Charbon pouvant se convertir en coke	43	
Résidu	14	

On est donc conduit, au point de vue des principes élémentaires, à le considérer comme un minéral dérivant du pétrole, dans lequel le goudron, ou soit le carbone, se trouverait en bien plus grande abondance que dans celui-ci, de la même manière que le pétrole est lui-même un dérivé du naphte.

Après la variété compacte, qui est la plus commune et qui, à elle seule, alimente l'exploitation, il faut mentionner les brèches bitumineuses, lesquelles consistent en des couches plus ou moins puissantes d'argile grise, qui, comme nous l'avons vu, est un des éléments pétrographiques de l'étage tertiaire, et qui contiennent, comme emprisonnés dans des mailles, des

fragments anguleux de bitume, rapprochés les uns des autres, et dont on peut obtenir aisément la séparation en délayant dans l'eau l'argile qui leur sert de ciment. Ces brèches bitumineuses (fig. 2) surmontent le plus souvent les amas de malthe auxquel

Fig. 2.



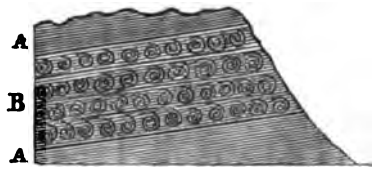
A — Argiles.
B — Bitume compacte.
C — Brèches bitumineuses.

ils passent par gradations ménagées, et semblent former la partie supérieure d'un bain liquide dans lequel est intervenue l'argile qui l'a recouvert avant son entière solidification, exactement comme, dans les percées d'un haut-fourneau, les scories viennent se mêler avec la fonte dans les derniers produits de la coulée, en donnant naissance à une espèce de brèche ou de magma. Elles se montrent quelquefois isolées, occupent plusieurs niveaux distincts, et, dans ce cas, elles représentent la somme et le mélange de deux produits différents, dont l'un est l'argile que les eaux de la mer tenaient en suspension et l'autre la substance accidentelle apportée dans ces mêmes eaux par des sources spéciales.

Or, comme ces deux substances ne sont pas susceptibles de se combiner entre elles, chacune a obéi aux lois qui la régissent, l'argile en se déposant en couches régulières, le bitume en s'établissant dans l'argile sous la forme d'amas subordonnés, ou en s'isolant sous celle de fragments anguleux, ou bien, ce qui est bien plus rare, en se pelotonnant sur lui-même (fig. 3) et en prenant une texture sphéroïdale, analogue à celles que revêtent les matières visqueuses, telles que les gommes, lorsqu'on les projette dans l'eau ou dans la poussière. Cette manière d'être n'est qu'un cas particulier des brèches. En concassant les sphères, on constate que plusieurs d'entre elles sont composées de couches concentriques à la manière des pisoli-

thes. Cependant je dois ajouter que je ne suis jamais parvenu à découvrir dans leur centre aucun noyau de matière étrangère, autour duquel les feuillets seraient venus s'appliquer.

Fig. 3.



A — Argiles.
B — Bitume pisolithiforme.

J'admets que ces enveloppes sont plutôt le résultat d'une dessiccation progressive, à la suite de laquelle le bitume s'est divisé en pellicules minces, comme certains basaltes chez lesquels le refroidissement a favorisé dans la masse la formation de sphères de volume variable, qui, elles aussi, sont composées de tuniques concentriques. Les globules sont rarement contigus, mais le plus souvent isolés au milieu de l'argile, et leur diamètre dépasse rarement 6 millimètres. De plus, ils sont d'une fragilité extrême. Ils présentent dans la cassure cet aspect luisant et gras qui rappelle celui des perlithes du terrain trachytique.

Nous avons cherché à représenter dans la figure 4 une autre

Fig. 4.

A — Argiles.
B — Bitume réticulé.
C — Grès et poudingues.

disposition qui n'est pas moins curieuse et qu'on pourrait appeler *réticulée*. Elle consiste en une infinité de filets simples, interrompus ou conjugués, qui s'entre-croisent dans tous les sens. On dirait des gerçures dans lesquelles le bitume se serait

insinué à l'état visqueux et aurait acquis plus tard la consistance solide. Ce nouveau genre de stockwerks avec le nombre prodigieux de ramifications dont il se compose est entièrement séparé des amas pleins du voisinage. Leur isolement et leur subordination au banc qui les contient indiquent avec la plus grande clarté que les argiles et le bitume se trouvaient fluides au moment de la formation du terrain, et que, par conséquent, ils sont contemporains.

La figure 5 reproduit une forme particulière qui ne diffère

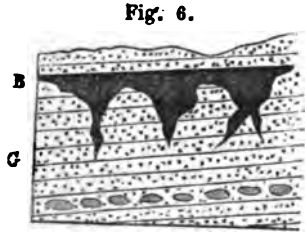
Fig. 5.

A — Argiles.
B — Bitume.
G — Grès.

de la précédente qu'en ce que les filons, au lieu de s'éparpiller dans la masse en lacis capricieux, sont verticaux et parallèles, le retrait dans la roche de grès ayant ouvert des fentes verticales et parallèles que le bitume a ensuite remplies, mais de haut en bas, ce qui est important à noter.

Quelquefois le bitume, ainsi que l'indique la figure 6, est

Fig. 6.

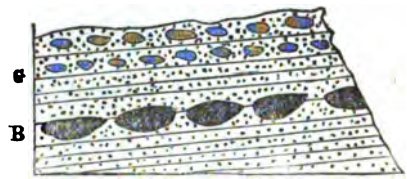


B — Bitume.
G — Grès sableux.

moulé dans des dépressions cupuliformes, dont quelques-unes se terminent par un tube effilé. Nous avons à mentionner aussi une manière d'être qui se reproduit fréquemment, et qui consiste en des noyaux ellipsoïdaux (fig. 7), dont quelques-uns atteignent la dimension d'un pain de munition; ils sont alignés

les uns à la suite des autres, et constamment parallèles au plan des couches sur lesquelles ils reposent. Il n'est pas rare de rencontrer de loin en loin, au milieu de grès que l'on consi-

Fig. 7.



B — Bitume.
G — Grès et poudingues.

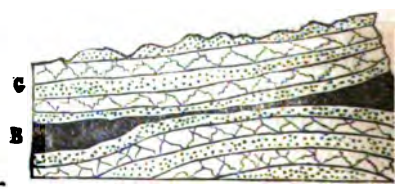
dère, et à bon droit, comme stériles, des noyaux de bitume de la grosseur d'un œuf, et qui, certainement, n'ont pu y pénétrer par intrusion postérieure.

Les figures 8 et 9 représentent, la première, un amas régulier

Fig. 8.

B — Bitume.
G — Grès et poudingues.

Fig. 9.



B — Bitume.
G — Grès sableux.

contenant plusieurs nerfs de grès, comme on en observe fréquemment dans certaines couches de houille, et la seconde, deux amas étirés et reliés par un mince filet de malthe.

Si nous avions voulu représenter tous les accidents de position, de texture et de structure qu'étalait la mine de Sélenitza, nous aurions dû multiplier à l'infini nos tableaux illustrés. Ceux qui précèdent suffisent pour donner une idée générale, mais suffisamment complète de la physionomie du gîte.

Nous avons à faire remarquer, avant de terminer notre description monographique, que les ramifications et les appendices filoniens qui se détachent des masses principales sont logés constamment dans le mur, et jamais dans le toit de la couche,

disposition qui s'explique d'elle-même, si on reconnaît que la matière bitumineuse, au lieu d'avoir été injectée de bas en haut, ainsi qu'on l'observe dans la plupart des filons métalliques, a été amenée à l'état fluide sur un plan horizontal, et que dès lors elle a dû obéir à la loi des liquides, c'est-à-dire pénétrer dans les fissures ouvertes au-dessous des réservoirs qu'elle avait remplis.

J'oubliais de mentionner que, sur certains points, l'intérieur des coquilles bivalves, qui appartiennent pour le plus grand nombre au genre *Cardium*, était rempli de bitume, comme on l'a observé dans plusieurs gisements de la Caspienne et de la mer Noire. Seulement la fragilité du test, presque toujours farineux, ne permet pas d'en obtenir des exemplaires bien conservés.

A part les brèches argilo-bitumineuses et quelques bancs de grès et de poudingues pénétrés par le bitume, on peut dire que celui-ci se montre partout d'une très-grande pureté. On voit de plus que toutes les particularités qui se rattachent à son histoire démontrent d'une manière irrésistible qu'il a dû être amené, non point à l'état de pétrole liquide, mais bien à l'état visqueux, c'est-à-dire au moment où la matière était dépouillée de ses produits volatiles, donc privée de vie, et que les huiles qu'elle contient aujourd'hui, et qui sont solidifiées, ne pouvaient plus se prêter à une évaporation spontanée, susceptible de donner naissance à des dégagements de gaz inflammable; car on n'aperçoit dans les masses compactes aucune fissure, aucune vacuole qui atteste le passage ou l'emprisonnement de gaz avant leur entière solidification. En outre, la place qu'elles occupent au milieu des grès et des argiles est hermétiquement remplie, et on n'observe jamais, en concomitance avec elles, ces roches asphaltiques, si abondantes dans les terrains à pétrole liquide, et que l'on doit considérer comme des éponges imbibées de pétrole.

C'est donc, nous ne saurions trop insister sur ce point, c'est donc à l'état de bitume glutineux que le malthe est arrivé primitivement dans les terrains de Sélenitza. Aussi ne s'y manifeste-t-il aucun phénomène de salses, aucun volcan d'air, aucun volcan ardent qui sont un des caractères distinctifs des gisements pétrolifères proprement dits, et qui conservent toujours, jusqu'à leur entier épuisement, des éléments de vitalité. Il existe bien, à la vérité, sur un point des anciennes excavations, une bouche ardente qui vomit de la fumée et dégage une grande

chaleur; mais cet accident est dû simplement à un incendie souterrain allumé par le fait de l'homme, et qui, comme dans les houillères embrasées, poursuit lentement son œuvre de destruction. Les argiles qui avoisinent le soupirail par lequel sont expulsés les produits gazeux de la combustion sont converties en une sorte de briques sonores, rouge de sang; les grès se changent en porcellanites et les cailloux quartzeux, par l'effet de la calcination, se cassent, comme un verre étonné, en mille fragments au moindre choc.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, c'est principalement dans les ravins qui dépècent les mamelons montagneux de Sélenitza qu'ont été ouvertes les excavations principales (et elles sont nombreuses), et qu'on peut se faire une idée de l'importance des mines. Il paraîtrait, à en juger par la tradition, et surtout par les vieux travaux que recouvrent aujourd'hui des chênes, plusieurs fois séculaires, que l'exploitation en remonterait bien avant l'époque où écrivait Strabon ; car nous lisons dans cet auteur (1) que, suivant Posidonius, la terre bitumineuse que l'on distinguait par le nom d'*Ampélitis* était un remède contre les vers qui rongent les vignes. Après l'avoir mêlée avec de l'huile, on en frottait la vigne, et on détruisait par ce moyen les vers avant qu'ils montassent de la racine aux jeunes pousses; or, ce système paraît avoir été pratiqué jusque dans ces derniers temps, et peut-être l'est-il encore aujourd'hui, car la plus grande partie du bitume de Sélenitza était expédié à Smyrne, où elle servait également à la préservation de la vigne. Toutefois, on l'emploie plus généralement au calfatage des navires.

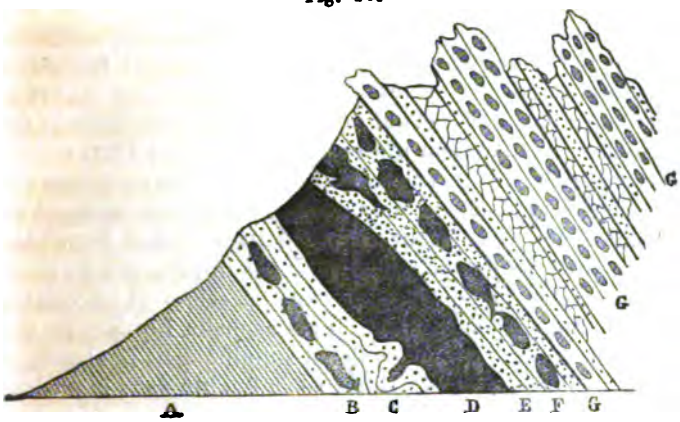
S'il est difficile d'être renseigné sur l'étendue superficielle du gisement bituminifère, il est bien plus difficile encore de l'être sur le cube de matière utile qu'il peut contenir, par la raison qu'à cause de la nature essentiellement irrégulière des amas leur épaisseur moyenne et leur continuité échappent à toute appréciation. Tout ce que l'on sait, c'est que l'exploitation remonte à une époque très-ancienne, et que, quoiqu'elle soit établie maintenant sur une petite échelle, à cause de la cherté des transports, cependant elle n'a jamais discontinué.

J'ai jugé utile de donner une coupe détaillée du gisement que je viens de décrire, afin d'établir d'une manière plus précise les relations du bitume avec les roches encaissantes. Cette coupe (fig. 10) indique la succession des couches dans l'ordre

(1) Strabon, *Géographie*, impr. Impér., 1812, t. III, p. 8.

ascendant. On trouve d'abord, au niveau de la plaine qui s'étend jusqu'à la Vojutza :

Fig. 10.



	mètres.
1° Les argiles bleues inférieures A.....	90
2° Bancs de grès sableux B, avec rognons de bitume...	8
3° Sable jaune C, avec *Cardium edule, Janira Jacobæa* et *Ostrea pseudoedulis*.....	2
4° Grès D contenant les grands amas de bitume.....	45
5° Grès jaune E avec *Cardium edule*.....	2,50
6° Alternance de grès et de poudingues F, fossilifères, avec rognons de bitume.....	8,60
7° Poudingues et grès en bancs épais G.....	60

Je dois citer, avant d'abandonner cette localité si intéressante de Sélenitza, la découverte que j'ai faite dans la grande masse bitumineuse, d'un *Planorbis* de grande taille, dont l'intérieur de la coquille était injecté de bitume, ainsi que de la *Melanopsis buccinea*. Ce sont les deux seules espèces lacustres que j'aie observées au milieu de l'étage subapennin, et dont la présence dévoile l'intervention de quelque affluent d'eau douce dans ce dépôt, qui, partout ailleurs, est d'origine marine.

En se rendant du camp de Sélenitza à la Vojutza, on longe les collines que nous venons de décrire. La plaine qui sépare la région montagneuse de la rivière est littéralement jonchée de fragments de bitume qu'ont entraînés les eaux, et dont une partie, après avoir atteint le fleuve, est transportée, dans les grandes crues, jusque sur le rivage de l'Adriatique. L'abon-

dance de ces débris témoigne de la richesse des gîtes d'où ils proviennent, et rappelle jusqu'à un certain point les épaves de bitume que la mer Morte rejette souvent sur ses bords.

Une bonne fortune sur laquelle je ne comptais pas devait, comme complément de ces études déjà si attrayantes, m'offrir quelques particularités nouvelles, qui se rattachent également à l'histoire du pétrole. Si les terrains que j'avais eu l'occasion de parcourir jusque-là, et qui ne dépassaient pas l'horizon des poudingues, ne m'avaient présenté le bitume qu'à l'état solide, la berge gauche de la Vojutza, en me ramenant au niveau des argiles bleues gypsifères, me ménageait la manifestation d'un phénomène des plus curieux, en me mettant en face de volcans d'air, lesquels, au lieu de rejeter des eaux imprégnées de sel et de pétrole, ainsi qu'on l'observe dans les salses et les volcans de boue, ramenaient au jour du pissasphalte liquide, ce qui me démontrait que, si celui-ci s'était solidifié dans le chapiteau de l'étage pliocène, il avait conservé sa fluidité dans le piédestal du même étage, donc à une profondeur plus considérable, mais qui, à en juger par la température des produits rejetés qui ne dépassait pas 15°, ne devait provenir que de couches assez rapprochées de la surface.

Le plus grand nombre de ces volcans étaient inactifs et sans vie. Leur emplacement était indiqué par des encroûtements plus ou moins considérables de bitume qui se trouvaient dispersés çà et là au-dessus des bords de la rivière, et qui représentaient le produit des anciennes coulées. Le bitume, quoiqu'ayant acquis une consistance à peu près complète, conservait cependant une certaine élasticité, rendue sensible quand on le comprimait avec le pied. Il était de plus privé de la fragilité du bitume de Judée, qui permet d'obtenir des séparations franches et nettes. On ne parvenait guère à le diviser en fragments qu'à l'aide du taillant du marteau, par la traction ou par l'étirement. En d'autres termes, il était plus facile de le déchirer que de le briser.

A en juger par leur éparpillement et par leurs faibles dimensions, le diamètre des plus considérables dépassant rarement deux mètres, la cause à laquelle ils devaient leur origine n'avait pas dû agir avec une grande énergie.

Mais, à côté de ceux-ci, il en existait deux en plein fonctionnement, très-rapprochés l'un de l'autre, au milieu d'un atterrissement abandonné depuis peu de temps par la Vojutza. Le plus majestueux était établi au-dessus d'un lit de galets, sous

la forme d'un cône très-surbaissé que surmontait un cratère régulier de plus d'un mètre de diamètre, à rebords tranchants et nettement terminés, et que remplissait une eau limpide et transparente.

A des périodes intermittentes comprises entre 50 et 55 secondes, l'eau du cratère était violemment mise en mouvement par une forte émission de gaz qui venait crever à la surface sous forme de grosses bulles, et produisant un bruit semblable à celui que fait entendre une bouteille pleine que l'on vide en la renversant brusquement. Chaque émission apportait avec beaucoup d'eau une certaine quantité de bitume liquide qui débordait par-dessus les parois du cratère, s'épandait sur les parois du cône, dont il augmentait successivement l'épaisseur et la circonférence, puis venait se perdre dans les eaux tranquilles d'une anse formée par la Vojutza, ce qui convertissait en véritable presqu'île la langue de terre sur laquelle s'exerçait l'activité de nos deux volcans. Le pissasphalte est d'une très-grande liquidité au moment de sa sortie, mais quelque temps après il prend une consistance sirupeuse; sa surface se recouvre d'une légère croûte sur laquelle se dessinent en relief des rides froncées, rapprochées, perpendiculaires d'abord à la direction du courant, mais que les obstacles rencontrés pendant la marche finissent par déformer; et alors elles imitent les méandres labyrinthiformes que l'on observe sur certains polypiers.

Si la formation presque instantanée de ces croûtes superficielles ralentit la rapidité du courant à la surface, ce courant n'en existe pas moins dans la profondeur, car on voit le bitume s'échapper de dessous les parties figées sous la forme d'un liquide noir. Un bâton plongé dans la masse se revêt d'une couche uniforme de pissasphalte, et le surplus s'en sépare à la manière d'une colle qui commence à s'épaissir.

Les déjections anciennes qui sont un peu éloignées du cratère et que l'exposition au contact de l'air pendant un certain temps ont dépouillées de la plus grande partie du pétrole qui les rendait fluides deviennent épaisses comme de l'encre d'imprimerie, et sont susceptibles de recevoir les empreintes des corps qui les pressent. Le pied de l'homme finirait par s'y enfoncer complétement, si on ne changeait pas de position. La vertu glutineuse de ces produits est attestée par ce fait que, le jour de ma visite, un héron bihoreau, qui s'y était englué et avait les deux pattes prises, ne pouvait parvenir à se délivrer, malgré des efforts désespérés. Il me fut très-facile de dégager de sa position

critique l'échassier qui, sans mon intervention, serait certainement mort de faim. Mais, à mon tour, j'eus besoin du secours de mon guide pour ne pas me trouver pris comme le héron.

A quelque distance du volcan principal, dont la circonférence mesurait une vingtaine de mètres, il en existait un autre de plus petite dimension, mais d'une pétulance vraiment étonnante, et dans lequel chaque émission de gaz déterminait un jet d'eau qui formait gerbe au-dessus du cratère. C'était un geyser en miniature, mais froid. Le cratère n'était pas plus large qu'un fond de chapeau, et, comme il était placé juste sur l'ourlet du talus qui limitait la plage de l'espèce de golfe dont j'ai déjà parlé, les eaux, ainsi que le bitume, expulsées franchissaient le talus par cascatelles superposées, et atteignaient ensuite le golfe par une rigole creusée au milieu de la plage sableuse. La marche, rapide et insensée dans les débuts, parce qu'elle s'effectuait sur un plan très-incliné, finissait par perdre de son énergie au delà des abruptes, et on voyait le bitume former au milieu de l'eau qui lui servait de véhicule un courant séparé, mais continu, qui s'effilait prodigieusement à la manière d'un ténia, quand il cheminait en ligne droite, et qu'aucun obstacle ne le gênait dans sa course, mais, qui, à chaque coude qu'il rencontrait, ou bien dans des passages étranglés, se repliait sur lui-même comme un serpent, et constituait alors, de distance en distance, des réservoirs temporaires d'où la matière reprenait sa marche ordinaire qui se terminait enfin dans le golfe, au fond duquel elle se déposait.

Avec le bitume, le volcan rejetait, mais en quantité insignifiante, du naphte qui surnageait les eaux qu'elle recouvrait d'une pellicule jaune, ornée du plus beau reflet de l'arc-en-ciel, et que le vent déplaçait à son gré.

Il serait absurde d'attacher aux volcans pétrolifères la même acception qu'aux volcans qui vomissent de la lave et des gaz brûlants, et chez lesquels une température excessive est le premier élément de leur existence. Pour que les premiers puissent être créés, deux conditions sont indispensables : d'abord la présence de l'eau à une certaine profondeur ainsi que du pétrole qui puisse engendrer le gaz inflammable, et ensuite la possibilité à ce gaz et à cette eau de se déverser sur un sol émergé. Si le gaz s'échappe seul, on n'aura qu'un volcan d'air invisible, tant qu'on ne l'aura pas enflammé; s'il se dégage avec de l'eau, mais dans un lac ou dans une mer, les bulles qui l'amèneront au jour viendront crever à la surface, et les produits

pétroliens qui l'amèneront se disperseront dans les grands réservoirs, le naphte surnageant, et le pissasphalte, à cause de sa plus grande densité, atteignant le fond; mais, dans ce cas, il n'y aura production, ni de cratère, ni de coulées. Ces trois ordres de volcans sont représentés dans la vallée de la Vojutza; car à deux pas des volcans actifs que nous venons de décrire, on est témoin, vers l'extrémité du golfe qui reçoit les produits de leurs déjections, de dégagements intermittents de gaz inflammable, à la suite desquels le pétrole dessine une magnifique auréole autour des centres d'émission, tandis que le bitume glutineux se précipite au fond du golfe. L'irrégularité des gisements bitumineux trouve son application dans ces deux modes de production, les amas considérables correspondant à une émission abondante par un orifice permanent, et les dépôts éparpillés sous forme de rognons isolés, à des soufflards temporaires et agissant en dehors des grands centres de production.

On comprend qu'une substance visqueuse comme le pissasphalte, qui se meut avec la plus grande difficulté, ne puisse jamais donner naissance à des couches bien régulières, tandis que sa subordination aux terrains encaissants, et sa production sur des points souvent très-éloignés les uns des autres, sont la conséquence même des causes de son origine. Il en est ainsi des sources thermo-minérales qui ont déposé les amas travertineux de la période quaternaire, amas qui, comme autant de jalons, indiquent aujourd'hui l'emplacement des sources qui les ont apportés et qui ont disparu.

L'existence d'un volcan dans le lit même de la Vojutza, ainsi que la chute de ses produits dans les eaux, n'est qu'un accident particulier que les changements nombreux que les pluies déterminent dans son lit même finiront par modifier ou par détruire, puisque l'emplacement actuel est totalement condamné à être submergé aux premières crues de l'hiver. C'était, pour ainsi dire, une représentation de faveur donnée à mon bénéfice. Comme il n'avait pas plu pendant tout l'été, et que l'abaissement successif des eaux du fleuve, par suite de la sécheresse persistante, avait eu pour résultat de laisser à sec une portion assez considérable du dépôt asphaltique formé par les émissions antérieures, j'ai profité de cette circonstance pour étudier de quelle manière le bitume se comportait par rapport aux matériaux sur lesquels il coulait.

Ces matériaux consistaient simplement en galets de volume variable et en sables fins. Ces derniers, les seuls sur les-

quels les vents avaient prise, se trouvaient mélangés avec le pissasphalte, et j'ai eu le plaisir de constater, dans une tranchée que je pus faire ouvrir dans la portion du dépôt émergé, de véritables alternances de sable et de bitume. C'est vraiment tout ce que l'on pouvait exiger des agents naturels dans le golfe tranquille où se noyaient les produits bitumineux. Mais, si au lieu d'un volcan microscopique comme celui de la Vojutza, si, au lieu d'une flaque d'eau sans profondeur, on suppose un apport considérable de matières bitumineuses, si on admet en même temps que ces matières se sont répandues dans une mer ou dans un grand lac en travail de sédimentation, on aura la reproduction, mais sur une échelle colossale, du phénomène que j'avais sous les yeux. Seulement les argiles, les grès, les poudingues ou les calcaires remplaceront les sables fins de la plage, mais leur contemporanéité avec les bitumes, quelle que soit d'ailleurs l'origine de ces derniers, n'en sera pas moins un fait solidement établi, comme il l'était pour la mare que le hasard m'avait fait rencontrer, et qui, elle aussi, était en travail de sédimentation. Il était intéressant de voir la nature reproduire expérimentalement, pour mon enseignement personnel, les procédés qu'elle avait dû mettre en œuvre dans les temps antiques pour la formation des gisements bitumineux. Quant aux dépôts de pissasphalte que l'on remarquait à une hauteur un peu plus grande, mais toujours subordonnée au rivage, ils n'étaient autre chose que les représentants d'anciens volcans dont l'emplacement actuel indique les différences de niveau du fleuve pendant les grandes eaux d'hiver.

Ce qui frappe le plus dans les volcans boueux et dans les salses, c'est l'impression de froid que l'on ressent en enfonçant le bras dans leurs cratères, et de voir que la température des boues et des eaux qui en sortent est constamment inférieure à celle de l'air ambiant. Ce fait n'avait pas échappé à la sagacité des anciens. Nous avons vu que Pline, en parlant des sources bituminifères de l'Albanie, se sert de l'épithète de *gelidus* et non de celle de *frigidus* pour indiquer la fraîcheur de leurs eaux. Au 30 août de cette année, lorsque le thermomètre marquait à l'ombre 27°, j'ai constaté que la température de l'eau du cratère du volcan principal de la Vojutza était de 13°, et celle du fleuve de 19°.

Nous relevons dans l'excellent travail de M. Bianconi (1), que

(1) Bianconi, *Storia naturale dei terreni ardenti*, p. 24.

Galeazzi trouva dans la salse de Sassuelo, en 1719, un abaissement de température de 2 lignes 1/2, par rapport à celle de l'atmosphère. Spallanzani écrit que le thermomètre marquait 11° dans cette salse, quand il en indiquait 13° à l'ombre. Dans la salse de Maina, le même naturaliste vit s'abaisser de près de 2° le thermomètre enfoncé dans la boue, et qui marquait 16° 1/2 à l'ombre. Angeli trouva dans le Bergullo 3° de moins que dans l'atmosphère. Dolomieu signale dans la macaluba de Sicile une différence en moins de 3° 1/2 par rapport à l'air qui avait une température de 23° 1/2. Enfin, dans le fameux lac de bitume de l'île de la Trinité qui a près de 5,000 mètres de circonférence, et qui à lui seul contient plus de substance bitumineuse que tous les autres gisements du monde réunis, M. Ch. Sainte-Claire Deville (1) a constaté que l'eau du lac n'avait pas une température plus élevée que celle de l'air. Et on pourrait multiplier les exemples à l'infini. Nous avons vu le même fait se répéter dans les salses des Provinces Danubiennes. Or, je demande s'il est possible, à moins de tomber dans des contradictions flagrantes, de concilier ces données de l'expérience avec l'hypothèse qui attribue aux pétroles une origine volcanique.

J'abandonnai les volcans de pétrole glutineux des bords de la Vojutza pour visiter dans le voisinage et sur le territoire de Rompzi un volcan ardent qui brûlait au milieu d'un bois d'oliviers, mais qui ne m'offrit aucune particularité à noter. Il consistait en une flamme bleuâtre, à peine visible en plein soleil, qui sortait d'une fêlure du sol et atteignait la hauteur de 50 centimètres environ. Les paysans de la localité m'assurèrent qu'eux et leurs pères l'avaient toujours vu en activité, et qu'en outre on en connaissait beaucoup d'autres qu'on avait éteints, mais qu'il serait facile de ranimer.

L'idée me vint de tenter une expérience qui me réussit à merveille. Je choisis, parmi ces volcans supprimés d'office, le moins actif d'entre eux, que je rendis un instant à la vie en lui présentant une fascine enflammée, et que j'étouffai ensuite sous une couverture de laine mouillée. Après avoir entouré par un bâtardeau d'argile la fissure qui livrait passage aux gaz souterrains, je la fis remplir d'eau ainsi que sa cuvette artificielle ; je ne tardai pas à voir se manifester les phénomènes qui caractérisent les volcans de boue, c'est-à-dire un dégagement de bulles qui venaient éclater à la surface de l'eau, laquelle offrit quel-

(1) Deville, *Institut*, 26 juin 1841.

ques taches irisées, dues à la présence d'une quantité de naphte insignifiante, il est vrai, mais enfin qui était de naphte. Je pus donc transformer un volcan d'air en un volcan d'eau, et, pour que rien ne manquât au succès de mes recherches, je répétai la même opération sur un soufflard voisin; mais à l'eau douce j'avais substitué l'eau salée et j'obtins une véritable salse, à cette différence près que je ne vis point des cratères se former; il aurait fallu probablement pour cela attendre que les argiles intérieures fussent détrempées par les eaux, et le temps nécessaire me manquait.

En dehors des terres de Sélenitza et de Rompzi, on n'a jamais signalé, que je sache, le moindre indice de bitume solide. On m'avait bien indiqué, à une assez grande distance de ces points, l'existence de sources de pétrole ainsi que de volcans ardents, dans les dépendances de Paktos, non loin de l'emplacement de l'antique Apollonia; mais comme la visite de ces lieux ne me promettait que la répétition de faits déjà connus, et qu'elle m'éloignait beaucoup de Janina, vers laquelle m'entraînait mon itinéraire, je dus renoncer au désir de les étudier sur place.

On constate, dans le voisinage des volcans de pissasphalte de la Vojutza, l'existence de plusieurs sources sulfureuses froides (14° cent.) qui s'échappent des argiles bleues gypsifères, et dont l'approche était rendue intolérable par l'odeur pénétrante d'œufs pourris qu'elles exhalaient. Je remarquai, de plus, des encroûtements de soufre natif sur les cailloux des ruisseaux qu'elles parcouraient, exactement comme en produisent les eaux sulfureuses froides de Camoins-les-Bains, près Marseille. Je m'assurai sur place que les eaux de ces sources étaient fortement piquantes et acides, et, plus tard, à Corfou, qu'elle rougissaient instantanément la teinture de tournesol et qu'elles déterminaient un précipité blanc dans l'eau de baryte. Leur saveur était évidemment due à la présence de l'acide sulfhydrique, et la production de ce dernier à la décomposition de l'hydrogène sulfuré au contact de l'air. Cette réaction signalée pour la première fois par Breislack dans la solfatare de Pouzzoles (1), et plus tard par nous dans celle de Péreta en Toscane (2), recevait une confirmation nouvelle en Albanie, où les mêmes agents étaient mis en jeu.

---

(1) Breislack, *Voyages dans la Campanie*, t. II, p. 89.

(2) Coquand, *Solfatares, alunières et lagoni de la Toscane* (*Bull. Soc. géol.*, 2e Série, t. VI, p. 113).

Le territoire de Rompzi contient, subordonnées aux argiles bleues, plusieurs masses de gypse, à la décomposition desquelles est due, suivant toute vraisemblance, la production du gaz sulfhydrique. Celui-ci manifeste sa présence dans deux états différents, dissous dans l'eau et donnant naissance aux sources sulfureuses, ou bien à celui de gaz, dans quelques petites solfatares sèches et froides que l'on rencontre dans le voisinage des sources. Les soupiraux d'exhalation ne sont point assujettis à une loi générale de distribution, car on les voit éparpillés au nombre de huit à dix, dans un rayon qui mesure un kilomètre au plus. Une des bouches les plus actives s'observe en face des volcans de pissasphalte, à une cinquantaine de mètres au-dessus du niveau du fleuve, et a son siége dans les argiles bleues que recouvrent des cailloux de toute nature provenant de la désagrégation des poudingues tertiaires. Les argiles atteintes par la mofette sont décolorées et pénétrées d'efflorescences alumineuses et ferrugineuses, de nombreux cristaux de sulfate de chaux, ainsi que de soufre pulvérulent. Mais cette dernière substance tapisse de préférence les fissures de petits cristaux miroitants, ou bien recouvre la surface des cailloux d'une patine jaune.

Les réactions les plus énergiques, et à la suite desquelles se produisent des cas d'épigénie, s'opèrent au détriment des cailloux de nature calcaire, lesquels, sous l'influence de l'acide sulfurique, se transformaient graduellement en sulfate de chaux ; et suivant le temps plus ou moins long de leur immersion dans la mofette, et suivant aussi le volume des cailloux immergés, la transformation avait entièrement converti le carbonate de chaux en sulfate de chaux hydraté, ou bien formé une croûte plus ou moins épaisse de cette substance autour du noyau qui conservait sa composition primitive. Ce n'était pas sans une grande satisfaction que je voyais se reproduire en Albanie les mêmes accidents épigéniques que j'avais eu l'occasion de constater dans la solfatare de Péreta ; et, bien qu'ils s'y accomplissent sur une échelle excessivement restreinte, tout, jusqu'à l'odeur pénétrante de la mofette, me rappelait des lieux et des faits qui avaient excité mon admiration.

Les Albanais ont fouillé quelques-unes de ces solfatares dans l'espoir d'y rencontrer des mines de soufre ; mais ces tentatives ne pouvaient aboutir à un résultat utile. Seulement, l'envahissement de leurs vignes par l'oïdium leur avait suggéré l'idée, ces dernières années, de se servir de leurs terres im-

prégnées de soufre pour les préserver du terrible fléau. Par malheur leurs essais n'ont point été couronnés de succès. Ils n'avaient pas compté sur la présence de l'acide sulfurique. On remarqua, non sans surprise, que toutes les parties de la vigne atteintes par la poudre que l'on considérait comme préservatrice avaient été brûlées et détruites. Des échantillons de ces terres que j'avais moi-même recueillis possédaient une saveur fort piquante, et finirent, après avoir dévoré les papiers qui les enveloppaient, par trouer la poche de l'habit dans laquelle je les avais provisoirement logés.

Le gaz hydrogène sulfuré est, comme on le voit, le seul agent producteur des phénomènes que nous venons de signaler, et, ce qu'il y a de surprenant encore, c'est que son écoulement à la surface du sol a lieu sans dégagement de chaleur. Un thermomètre, plongé dans une des solfatares que j'avais fait creuser à un mètre de profondeur, marquait, malgré un soleil de feu, 15°, et 32° à l'ombre. Les sources qu'il imprègne sont également froides. Il est aussi parfaitement démontré pour moi que la présence de cet élément gazeux, dans le voisinage des gisements bitumineux de la Vojutza, est un cas purement fortuit; car si l'existence de ces derniers était subordonnée à celle de l'autre, ou réciproquement, les solfatares, ou tout au moins les sources sulfureuses donneraient lieu à des manifestations bitumineuses, ce qui n'est pas, quoique à la rigueur on comprenne très-bien la coexistence de deux produits différents sur le point même où ces deux produits sont en voie de formation.

Ainsi, dans les territoires de Sélenitza et de Rompzi, le bitume se présente sous deux états : sous celui de pissasphalte dans les argiles inférieures, retenant encore une certaine proportion de pétrole à laquelle sont dus sa fluidité et les dégagements de gaz hydrogène proto-carboné, cause première des volcans de la Vojutza et des volcans ardents de Rompzi, et sous celui de bitume de Judée dans les poudingues supérieurs, inhabile à engendrer spontanément des gaz inflammables et partant les phénomènes des volcans boueux et des volcans d'air. Nous avons vu de plus, dans cette partie de l'Épire, la répétition de ce qui se passe dans les autres contrées pétrolifères, c'est-à-dire arrivée au jour de pétrole liquide, avec l'intervention indispensable de l'eau : c'est l'histoire des macalubes; ou bien, production de soufflards, sans l'intervention de l'eau : c'est l'histoire des volcans ardents; enfin, disparition complète de mouvement, quand le

pétrole, dépouillé de ses éléments volatiles, est passé à l'état solide : c'est l'histoire des bitumes de Judée.

C'est en vain que l'on voudrait réclamer aux terrains tertiaires de la vallée de la Vojutza des dépôts de houille ou d'autres combustibles fossiles sur la distillation desquels plusieurs auteurs recommandables ont fondé leur théorie de la formation du pétrole. Ils n'en contiennent pas la moindre trace, tout comme il n'existe aucune source volcanique et aucune source thermale dans toute la contrée. L'absence des salses s'explique par la raison fort simple que l'étage subapennin ne renferme point de sel gemme, et que, par conséquent, les géologues qui, comme M. Bianconi (1), s'appuyant sur la présence du gaz hydrogène proto-carboné dans une variété de sel gemme connue sous le nom de sel décrépitant, ont attribué l'origine des volcans à la mise en liberté de ce gaz, par suite de dissolutions successives de ce sel par le moyen des eaux souterraines, ne sauraient invoquer cet argument pour les gisements bitumineux de l'Albanie.

Je ne crois pas cette théorie mieux fondée pour les autres contrées où l'on a constaté le dégagement du gaz inflammable, avec ou sans le cortége des salses et du pétrole. Si celui-ci escorte, dans le plus grand nombre de cas, le sel gemme, cette circonstance n'offre rien de plus extraordinaire que la concentration du soufre dans les terrains tertiaires. Il existe, comme on le sait, plusieurs époques de pétrole, comme il existe plusieurs époques de gypse, de sel et de combustibles fossiles. Si, pour la première substance, les dates du terrain dévonien et de l'éocène supérieur marquent les phases les plus brillantes de son histoire, l'observation a démontré cependant que les autres formations n'en sont pas totalement dépourvues, et nous en

(1) M. Bianconi s'exprime ainsi dans son travail déjà cité, p. 165 : « Si, « pénétrant à travers les fissures des terrains qui entourent la masse saline, « une veine d'eau parvient à l'atteindre et à en dissoudre une partie, il se « dégagera du gaz inflammable qui, à cause de sa légèreté, tendra à monter « à travers les fissures des couches stériles qui se trouvent au-dessus, et ce « gaz, arrivé à la superficie du sol, ou se dissipera sans qu'on l'aperçoive « (*inosservato*) dans l'atmosphère, ou bien il bouillonnera à travers les « eaux des ruisseaux et des étangs, ou bien il prendra feu en se mêlant « avec l'air atmosphérique, au voisinage d'une torche enflammée, ou par « l'effet de la foudre. » L'origine du gaz hydrogène une fois trouvée, les phénomènes des volcans ardents, des volcans de boue et des salses ne sont plus que les conséquences immédiates et variées de son dégagement.

avons pour preuve les gisements mêmes de Sélenitza. Dans les Provinces Danubiennes, où le pétrole est abondant comparativement aux dépôts de sel gemme, nous n'avons jamais constaté que ce dernier fût décrépitant.

Quant à l'emprisonnement du gaz inflammable dans la variété du sel décrépitant de Vielizka, d'Agrigente, il est facile à comprendre, puisque nous savons que ces gisements sont imprégnés de pétrole, et que dès lors il n'est pas étonnant qu'une partie du gaz hydrogène carboné qui se dégageait lors de l'arrivée du naphte ait été emmagasinée dans le sel gemme au moment même de sa cristallisation; c'est même la seule explication plausible qu'on puisse donner. On sait également qu'en Sicile comme en Gallicie les sels contiennent souvent du pétrole liquide. Attribuer, par conséquent, au gaz inflammable enfermé dans le sel gemme l'origine première des phénomènes pétroliens, c'est, à notre avis, prendre l'effet pour la cause.

Pour que cette explication, que nous repoussons, fût vraie, il faudrait pouvoir démontrer d'abord l'existence de bancs de sel gemme dans toute l'étendue de la formation au-dessus de laquelle on observe le jeu varié des émanations gazeuses, et on parviendra difficilement à fournir cette démonstration; démontrer ensuite que le sel décrépitant compose la plus grande partie de ces dépôts de sel gemme, pour fournir la quantité énorme de gaz inflammable qui puisse suffire aux dégagements gazeux proprement dits ainsi qu'à la formation du pétrole en vertu de la pression et de la liquéfaction du gaz hydrogène carboné, comme cela est proposé; or, on sait que le sel décrépitant ne constitue guère qu'une curiosité minéralogique, tant il est rare. Quant à sa dissolution constante par l'eau, il est encore plus difficile de l'admettre ; on sait le peu d'action que les eaux ont sur les sels en roche, même exposés au contact de l'air extérieur, et la rareté des sources salées, soit dans les chantiers exploités, soit dans le voisinage des dépôts salifères. Ce n'est jamais à ces derniers que le gaz hydrogène carboné emprunte le sel qu'il amène, en quantités toujours insignifiantes, dans les cratères des salses, mais bien à celui qui imprègne les argiles bleues en particules invisibles.

Je ne saurais abandonner ce sujet intéressant sans examiner les rapprochements qu'il est possible d'établir entre les bitumes de la mer Morte et ceux de l'Albanie. Malheureusement pour cette dernière contrée, malgré les précieux renseignements dont

M. Louis Lartet vient tout récemment d'enrichir la science (1), il existe, à ce qu'il paraît, de si grandes difficultés pour procéder à des observations directes, que, dans le plus grand nombre de cas, on est obligé de recourir à des conjectures plus ou moins hasardées, pour suppléer à l'insuffisance des premières. Quant à l'opinion émise par ce savant géologue qui pense que l'arrivée du bitume au milieu de la mer Morte, sur son rivage occidental et sur le long de ce bassin, se rattache à l'existence de sources thermales, salées et bitumineuses, lesquelles durent être en rapport avec les phénomènes volcaniques, aujourd'hui éteints, de cette contrée, il nous semble qu'elle ne résulte en aucune façon des faits produits, et qu'elle devrait recevoir une interprétation toute différente, puisqu'elle s'appuie sur des phénomènes identiques avec ceux que nous ont présentés les bords de la Vojutza.

On doit reléguer au nombre des exagérations permises au temps où écrivait Strabon l'histoire de ces tremblements de terre, de ces rivières bouillantes, de ces rochers enflammés dont leur imagination poétique se plaisait à orner leurs descriptions, et qu'ils ont répétées à propos des gisements innocents de l'Albanie. Quoi de plus naturel que de rencontrer des roches qui distillent de la poix, dans un pays brûlé par le soleil, où les roches sont remplies de cette substance, ainsi que cela arrive à Rompzi et dans les calcaires asphaltifères de Raguza, en Sicile, que d'observer des dégagements de bulles de gaz qui viennent crever à la surface des eaux, et l'arrivée de masses d'asphalte au milieu de la mer Morte, dans une région essentiellement bituminifère comme la Judée, lorsque la rivière de la Vojutza et le marais de Chieri, dans l'île de Zante, offrent les mêmes particularités, sur une échelle moindre à coup sûr, parce que des flaques d'eau n'ont pas l'étendue d'une mer Morte, et lorsque nous savons que l'eau est un élément nécessaire pour que les bitumes liquides, tels que le naphte, le pétrole ou le pissasphalte puissent être ramenés de leurs gisements souterrains à l'extérieur, par l'intermédiaire du gaz hydrogène carboné? Nous l'avons vu, toutes ces manœuvres, toutes ces évolutions s'opèrent à froid, sans secousses, sans tremblements de terre, sans sources thermales, en dehors des

(1) Louis Lartet, Sur les gisements bitumineux de la Judée, et sur le mode d'arrivée de l'asphalte au milieu de la mer Morte (*Bull. Soc. géol.*, t. XXIV, p. 12).

terrains enfaillés et de toute roche volcanique. Un chargement de pétrole d'Amérique répandu dans le sol, à une certaine profondeur, et livré à lui-même, créerait les mêmes miracles. Que le volcan de pissasphalte de Rompzi établisse son siége au-dessous de la mer Morte, au lieu de déverser ses produits dans le lit de l'ancien Aous, et l'on verra immédiatement surnager à la surface de cette mer, sous forme d'îles flottantes que de temps en temps on voit apparaître au-dessus du lac Asphaltite, les asphaltes que la moindre densité des eaux douces oblige aujourd'hui de gagner le fond.

Que des tremblements de terre, aux atteintes desquels aucune contrée du monde n'échappe, viennent de loin en loin troubler le jeu pacifique des volcans ardents, et qu'à la suite de ces tremblements on voie flotter sur la mer Morte une masse d'asphalte que la secousse aura détachée du fond, tout cela va de soi. Des personnes sérieuses n'ont-elles pas tenté d'attribuer les tremblements de terre qui désolent si souvent les îles Ioniennes aux sources de pétrole de Zante qui produisent à peine deux tonnes d'huile minérale par an, dont l'emplacement n'a été soumis à aucun changement depuis le temps où Hérodote les a décrites et dans lesquelles le gaz hydrogène carboné a de la peine à crever l'enveloppe qui l'emprisonne ? Nous mettrons incessamment l'insignifiance de ces sources en regard de l'importance qu'on a voulu leur donner et qui ne tendrait à rien moins qu'à attribuer aux bitumes le premier rôle dans les éruptions du Vésuve et de l'Etna, exactement comme le proclamait la vieille école.

Je comprends à la rigueur que l'on pût recourir à des conjectures plus ou moins acceptables, si le bitume de la mer Morte n'existait que dans le fond du lac. Mais M. Louis Lartet nous apprend : 1° que, dans la vallée de Wadi Mahawat, M. Tristam avait découvert un gîte asphaltique important, que le bitume y imprégnait fortement les calcaires crétacés et qu'il découlait même des fissures en retombant parfois sous forme de véritables stalactites ; 2° qu'à Nebi Musa des calcaires crayeux ont été transformés en calcaires bitumineux, tantôt bruns comme dans l'anti-Liban, souvent d'un beau noir, et qui contiennent jusqu'à 25 pour cent de bitume ; 3° qu'à Hasbaya, au lieu dit le Puits de bitume, on a tenté, au temps de l'occupation égyptienne, l'exploitation régulière de l'asphalte, au moyen d'une vingtaine de puits à travers des calcaires bitumineux ; que le docteur Anderson y trouva, dans l'année 1848, dix ouvriers

occupés à ce travail, mais que déjà, à cette époque, les bénéfices compensaient à peine les frais d'extraction ; 4° que les gisements de bitume sont en connexion avec des sels et avec des gypses.

Qui ne voit dans cette énumération de ces diverses circonstances la répétition de tous les accidents que présentent les gisements bituminifères et pétrolifères d'Europe mieux étudiés que ceux de la mer Morte, par la raison qu'ils sont plus accessibles et exploités ? Comment concevoir que des calcaires compactes se soient laissé pénétrer dans toute leur épaisseur par du bitume amené postérieurement à leur consolidation, lorsque aujourd'hui les dalles calcaires des bassins dans lesquels on emmagasine les pétroles dans la Valachie sont à peine recouvertes d'une patine de cette substance après plus de vingt années de contact permanent ?

Hitchcock me paraît avoir sainement interprété les faits, quand il avoue qu'il ne pouvait comprendre que la formation du calcaire qui renfermait 25 pour 100 de bitume se fût effectuée autrement que par un dépôt opéré au fond d'une masse d'eau riche en calcaire et en bitume liquide. C'était reconnaître et proclamer la contemporanéité de la roche avec les éléments bitumineux qui entraient dans sa composition, ainsi que cela résulte d'ailleurs si clairement de l'étude de tous les gisements asphaltiques connus. Les recherches du bitume d'Hasbaya au moyen de puits indiquent également qu'il ne s'agissait pas d'exploiter une source qui aurait dû couler toujours, mais bien de soutirer au terrain la quantité de pétrole qu'il avait reçue au moment même de sa formation, conjecture que l'appauvrissement successif du gîte a parfaitement justifiée. On n'en agit pas différemment aujourd'hui dans les Carpathes et dans l'Amérique du Nord, et l'on sait que les portions de terrain une fois fouillées sont épuisées à jamais, exactement comme dans les mines de houille, ce qui explique la stérilité des puits après quelques années de service.

J'opposerai aux idées de M. Lartet, qui rattache l'arrivée de bitume dans la mer Morte à l'existence de sources thermales, salines et bitumineuses, que les sources thermales dont il invoque l'intervention se réduisent à une seule que M. Hédard a mentionnée dans les environs de Tibériade, émergeant d'un calcaire bitumineux, mais n'amenant elle-même aucune quantité de bitume, que les sources bitumineuses n'existent réellement que par hypothèse, et qu'enfin les sources salées et bro-

mifères sont produites par le lessivage de terres salées, que l'on rencontre à chaque pas dans les formations géologiques qui dominent la mer Morte. Il en est ainsi des sources salées bromifères que l'on voit sortir directement dans les Carpathes du centre même des amas de sel gemme et dont j'ai eu l'occasion de citer plusieurs exemples. La présence du brôme dans les sels en roche que l'on sait avoir été formés par le chlorure de sodium, tenu en dissolution dans les anciens océans, n'a rien de plus extraordinaire que la présence de ce même brôme dans les eaux des mers actuelles; c'est même, à notre sentiment, le seul moyen plausible d'expliquer l'existence de cette substance dans presque tous les gisements de sel gemme, qu'ils appartiennent aux marnes irisées ou bien à des formations plus récentes. En définitive, on voit que les choses se passant en Judée comme dans la Roumanie et dans l'Albanie, il est inutile de recourir à l'intervention d'agents volcaniques que l'ensemble des faits repousse et qui d'ailleurs n'existent pas.

Nous dirons, en terminant notre chapitre sur les gisements de la Vojutza, que le terrain bituminifère fait partie de l'étage subapennin ou pliocène et que le bitume s'y présente sous deux états, sous celui de malthe ou bitume solide et sous celui de pissasphalte ou de bitume glutineux, que ces deux variétés sont contemporaines des couches qui les recèlent, que le pissasphalte, qui conserve encore de l'huile de naphte à laquelle il doit sa fluidité, est susceptible de produire spontanément du gaz inflammable, et, par conséquent, de donner naissance à des volcans d'air et à des volcans ardents, et qu'enfin le bitume de Judée, au contraire, qui n'est autre chose que du pissasphalte réduit en une matière solide et inerte, représente le pétrole dans sa période d'épuisement complet et incapable de produire les phénomènes ci-dessus indiqués.

§ 4. — Ile de Zante.

Hérodote, comme on le sait, a fait mention des pétroles de l'île de Zante; voici dans quels termes il les décrit (1) : « L'île « de Zacynthe renferme plusieurs lacs ; le plus grand a 70 pieds « en tous sens, sur 12 de profondeur. On enfonce dans ce lac « une perche, à l'extrémité de laquelle est attachée une branche « de myrte ; on retire ensuite cette branche avec de la poix qui

(1) Hérodote, liv. IV, § 195.

« a l'odeur du bitume. On jette cette poix dans une fosse creu-
« sée près du lac, et, quand on y en a amassé une quantité con-
« sidérable, on la retire de la fosse pour la mettre dans les
« amphores. Tout ce qui tombe dans le lac passe sous terre et
« reparaît quelque temps après dans la mer, quoiqu'elle soit
« éloignée du lac d'environ quatre stades (720 mètres). »

Mon séjour prolongé dans l'Albanie et dans l'île de Corfou m'avait initié suffisamment à la géologie des îles Ioniennes, et les études faites postérieurement dans les îles de Fanò, de Merlera, de Paxos et de Céphalonie ne m'avaient montré, au-dessus de l'étage nummulitique, que les marnes subapennines. Les travaux que M. Strickland (1) a publiés sur l'île de Zante, et dont nous avons eu l'occasion de vérifier toute l'exactitude, nous dispenseront d'entrer dans des détails de description étendus; aussi nous bornerons-nous à rappeler que l'étage pliocène s'y montre composé de trois termes dont l'inférieur consiste en des amas gypseux, régulièrement stratifiés, au nombre de huit, mesurant plus de 100 mètres, et que l'on passe successivement en revue, près et au sud de la ville de Zante, sur le chemin qui conduit au couvent du mont Scopo; le moyen consiste en des marnes blanches, dont on peut observer un superbe développement au-dessous de la citadelle, contenant les mêmes fossiles que dans les environs d'Avlona, et le supérieur en des poudingues et des grès calcaréo-sableux jaunes, passant à une mollasse coquillière, et occupant la position de la panchina de la Toscane dont il contient également les fossiles, et en plus grande abondance la *Janira Jacobœa*, surtout dans les falaises de Crionéro. Je suis moins affirmatif sur l'âge d'un système de couches avec Hyales et Cléodores, que l'on remarque au-dessous des gypses, qui se compose d'un calcaire jaunâtre, à grain uni et mat, et qui, dans la commune de Chieri, où il acquiert un très-grand développement, alterne avec des argiles de couleur cendrée et semble passer, par gradation ménagée, aux calcaires nummulitiques. Ce système, placé incontestablement au-dessous des argiles pétrolifères, est-il miocène, est-il la continuation de l'étage pliocène, ou bien représente-t-il l'éocène supérieur qui, dans d'autres contrées, aurait pour équivalent les bancs à fucoïdes? Voilà ce qu'il ne m'a pas été possible d'établir, les fossiles étant excessivement rares, et ceux que j'ai recueillis ne pouvant me fournir aucun éclaircissement

(1) Strick and, *Transactions of the geol. Soc. of London*, vol. V.

à cet égard. J'ignore également sur quels points M. Virlet (1) aura observé les collines de calcaires schisteux et bitumineux de la formation crayeuse dont ce savant fait mention dans le voisinage du marais pétrolifère. Je ne connais dans l'île de Zante d'autre terrain de craie que le calcaire à hippurites, et je puis affirmer qu'au-dessus de ce niveau on ne rencontre que les calcaires à Nummulites, le calcaire jaune à Cléodores et les divers membres de l'étage pliocène qui ont été déjà mentionnés.

Les assises à Cléodores affleurent, dans la montagne de Scopo, au voisinage de la source qui alimente les fontaines de Zante ; mais, dans cette région, les couches sont tellement tourmentées et dénivelées par des failles, qu'on se fait difficilement une idée nette de l'ordre dans lequel elles se succèdent. Le Scopo doit sa structure étalée en éventail et son altitude (396 mètres) aux dislocations dont il a été le théâtre. Le rocher qui le surmonte et qui se fait remarquer de loin par la hardiesse de sa forme pyramidale, est composé de calcaires blancs avec *Sphærulites Sauvagesi*, et il semble s'échapper, comme un dyke plutonique, de dessous le terrain gypseux qui en enveloppe complétement la base et vient buter contre lui par faille. Nous avons vu que, dans les environs d'Avlona, les amas gypseux étaient noyés au milieu des argiles ; à Zante, au contraire, ils y alternent avec elles, et de plus on observe, au-dessus du dernier amas, un calcaire noir, fétide, qui renferme par places des Paludines de grande taille. Sous le mont Scopo, le calcaire fétide est accompagné d'encroûtements de calcaire cloisonné qui rappellent d'une manière frappante les cargneules keupériennes ; mais, en dehors de tout autre ordre de faits, il suffit de constater au-dessous l'existence des hippurites, pour être fixé sur leur origine tertiaire.

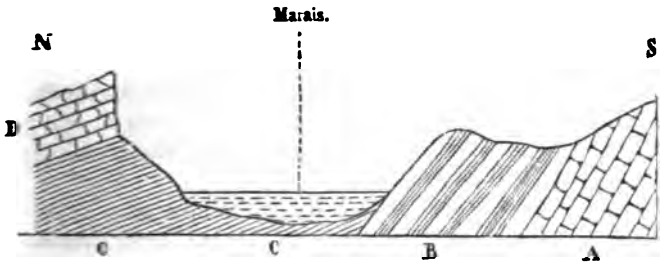
Ces détails sont suffisants pour l'histoire des gisements pétrolifères de Zante, où nous nous rendîmes en traversant la plaine occupée par les argiles bleues, que nous n'abandonnâmes que près du village de Latakia, où nous mîmes le pied sur la grande chaîne montagneuse qui, depuis le cap Skinari, au nord, jusqu'à celui de Chieri au sud, traverse l'île dans toute sa longueur, et sur laquelle viennent s'appuyer les terrains tertiaires. Ces derniers, de consistance friable, sont recouverts de vignes et d'oliviers, tandis que les calcaires blancs à hippurites et à Num-

(1) Virlet, Sur les sources et mines d'asphalte ou bitume minéral de l'île de Zante. *Bull. Soc. géol.*, 1re sér., t. IV, p. 203.

mulites se font remarquer par leur stérilité et l'âpreté de leurs pentes.

A Latakia nous suivîmes une route muletière qui nous fit traverser une série de coteaux ondulés, occupés alternativement par les calcaires à Hyales B (fig. 11) et par les calcaires

Fig. 11.



A — Calcaire à Nummulites.
B — Calc. argileux à Hyales.
C — Argiles subapennines
D — Grès calcareux (panchina).

nummulitiques A. Dans le quartier de Sténa nous longeâmes, pendant plus d'un kilomètre, une faille qui avait redressé presque verticalement les bancs nummulitiques, tandis que la panchina venait buter contre ces derniers, en ne conservant qu'une inclinaison de 18 à 20°. Nous atteignîmes ensuite par un abrupte que le sentier traverse par un lacet en zigzag, un vallon étroit du fond duquel, sous un rocher taillé à pic, coulait une source dite l'Abysso. Ce nom lui vient de son réservoir toujours plein, que les habitants du pays assurent sérieusement être sans fond, et dans lequel s'emmagasinent les eaux qu'y amènent les calcaires argilifères à Cléodores qui prennent sur ce point un grand développement. On les voit recouverts, immédiatement au-dessus du gouffre, par des bancs épais de poudingues et de conglomérats par lesquels débute la panchina. Mais c'est en remontant de l'Abysso jusqu'à Chieri, et en descendant de Chieri jusqu'aux falaises inabordables de Bétika, qu'on peut saisir plus nettement les rapports qui existent d'un côté entre les calcaires à Cléodores et les calcaires nummulitiques, et d'un autre, entre ceux-ci et les calcaires à hippurites. Il me paraît fort difficile, ainsi que je l'ai déjà dit, de rattacher les premiers à l'étage pliocène, ce qui, dans ce cas, formerait à son bénéfice un quatrième terme inférieur aux gypses, tandis que sa liaison, on pourrait même dire son alternance avec des bancs

pétris de Nummulites, tend plutôt à les faire considérer comme un membre de l'étage éocène, sinon comme un étage indépendant. Cette question, au surplus, qui a son intérêt au point de vue de la géologie pure, ne touche pas à celle du pétrole dont le gisement propre est dans les argiles bleues C, donc dans l'étage pliocène, exactement comme dans la vallée de la Vojutza.

Le lac décrit par Hérodote se trouve dans la commune de Chieri, en face même de l'îlot de Maratonisi, et pendant l'été il se transforme en un marais rempli de roseaux dont l'écoulement des eaux dans la mer à laquelle il confine s'opère par deux petits canaux que l'on traverse sur des ponts en pierre sur la côte même. Ce marais est dirigé de l'ouest à l'est, et il peut avoir 1,600 mètres de long sur 800 de large, donc une superficie de 1,280,000 mètres carrés.

Le diagramme dessiné dans la fig. 11 indique sa position par rapport aux roches encaissantes, et montre suffisamment sa subordination aux argiles bleues C qui le dominent vers le nord. Ajoutons de suite, à l'appui de cette opinion, que la sonde, jusqu'à une profondeur de 300 pieds anglais, n'a traversé que des argiles bleues.

Les gisements de pétrole sont concentrés dans cette petite plaine marécageuse; du moins les indices apparents de cette substance ne se montrent jamais au delà de ce périmètre, mais ils se trahissent, sous forme de pellicules irisées, à la surface des eaux stagnantes qui remplissent les fossés d'assainissement. Il n'existe point de sources proprement dites. Quant à celles décrites par Hérodote, elles consistent aujourd'hui en deux puits de 1 mètre 50 centimètres de diamètre et d'un mètre de profondeur environ, que l'on a isolés du marais au moyen d'une margelle en pierre et dans lesquels une eau claire et limpide arrive jusqu'au niveau même de la plaine. Ces espèces de réservoirs sont traversés par de nombreuses bulles de gaz qui viennent crever à la surface et dont l'enveloppe est recouverte d'une pellicule de pétrole liquide qui se mêle avec l'eau des puits; la partie la plus légère, le naphte, surnage, tandis que le goudron, plus lourd, gagne le fond, où il constitue des dépôts de pissasphalte de couleur noirâtre et de consistance visqueuse.

Il arrive que, lorsque ces dépôts acquièrent une épaisseur assez considérable, le gaz hydrogène carboné n'a plus la force suffisante pour les traverser. Il s'accumule alors sous le gâteau qui l'opprime, le soulève en forme de vessie et finit par le crever, lorsque sa tension est supérieure à la résistance qui s'op-

posait à sa sortie. On voit souvent aussi ce gaz former sur les parois du gâteau glutineux des agglomérations de bulles qu ont du pissasphalte pour enveloppe, de la grosseur du poing, au nombre de 8 à 10 et ressemblant alors à un paquet de poires en caoutchouc, ou mieux à une grappe de biscaïens. La taille prodigieuse de ces ampoules qui ne sont nullement pressées de crever et leur persistance à se maintenir gonflées à l'instar de ballons captifs tiennent à l'épaisseur ainsi qu'à la nature visqueuse de leurs parois.

Lorsqu'on juge le puisard rempli d'une quantité suffisante de matière goudronneuse, on la transvase, comme du temps d'Homère, au moyen de branches d'arbustes garnies de leurs feuilles, et on la reçoit dans des tonneaux en bois. C'est, comme on le voit, un procédé primitif et barbare, mais qui est encore le plus économique et le seul praticable, industriellement parlant, dans une production qui ne peut pas dépasser deux tonnes par an, si elle les atteint toutefois, et qui a le grand inconvénient de s'attacher à une matière que protégent doublement sa position au-dessous d'une nappe d'eau marécageuse et le prix élevé des travaux souterrains qu'il faudrait entreprendre pour parvenir jusqu'aux couches pétrolifères. Un gisement aussi circonscrit et aussi peu fécond serait négligé et passerait inaperçu en Valachie.

Il ne fallait pas beaucoup d'efforts d'intelligence pour reconnaître que le pissasphalte de Chieri était amené à la surface du marais par un jeu analogue à celui qui amenait le pissasphalte de Rompzi dans les eaux de la Vojutza ; c'étaient bien le même mécanisme, le même terrain et le même gaz, à cette différence près que le fleuve, à cause de l'inconstance de son cours, détruisait chaque année son ouvrage, en le déplaçant, tandis que dans l'île de Zante on n'avait point à lutter contre des eaux vagabondes, et que l'on pouvait compter sur la permanence des puits à travers lesquels le courant gazeux était établi, et par conséquent sur une récolte de poix qu'aucune inondation ni aucun changement de lit ne pouvaient compromettre.

A côté et un peu à l'est du sondage principal dont nous parlerons bientôt, il existe dans les marais, mais un peu au-dessus des eaux stagnantes, une source vive que l'on a forcée d'entrer dans une conque peu profonde entourée d'un mur, et dont le trop-plein, qui s'échappe par une rigole, se disperse dans les fossés voisins. Cette source amène du pétrole, et voici de quelle manière. Du fond de la conque il s'élève, à chaque

seconde, des bulles semblables à des lentilles et dont les plus volumineuses atteignent rarement la grosseur d'un pois. Chaque lentille, au moment de sa sortie, devient le centre d'une grande tache opaline ressemblant au disque gélatineux d'une méduse de mer, qui tend à s'épandre à l'infini, comme une goutte d'huile sur de l'eau. Cette tache est formée par le naphte qui, en vertu de sa plus grande légèreté, est le premier à se séparer de la bulle qui l'a ramené de la profondeur du sol. Immédiatement après, on voit se détacher de la lentille, sous forme de rayons capillaires, ressemblant aux étincelles qui partent des pièces d'artifice connues sous le nom de soleils, une substance brunâtre de couleur café, et qui est du pétrole chargé de bitume. Ces rayons forment ainsi une auréole laciniée autour de la lentille, laquelle, une fois dépouillée de ses produits bitumineux, finit par crever, en donnant naissance à un vide circulaire occupé par de l'eau pure.

Ces espèces d'îles flottantes, ainsi composées de trois parties distinctes concentriques, suivent la direction du courant, et conservent leurs formes symétriques jusqu'au moment où elles atteignent la rigole qui les conduit dans le marais. Rien n'est attachant comme d'assister à la création de ces petites merveilles dont le diamètre varie de 3 à 5 centimètres, et dont chaque orbe présente une teinte différente, mais du plus ravissant effet; mais, une fois arrivées dans le marais, elles sont retenues par les roseaux et elles couvrent la surface des eaux tranquilles d'une pellicule qui présente mille dessins variés reproduisant les dispositions bizarres de certains marbres ruiniformes. Ce pissasphalte, débarrassé de son naphte, le dépose au fond des eaux.

Voilà en peu de lignes l'histoire complète des fameuses sources pétrolifères de l'île de Zante : quelques bulles de gaz inflammable amenant au jour une quantité insignifiante de pétrole, la partie goudronneuse se précipitant au fond du marais, et les huiles légères transportées par les canaux de desséchement dans la mer, qui dans les temps calmes se montre couverte d'une pellicule irisée. Cette histoire, en deux mots, comprend une série d'opérations qui n'ont que de la surface et point de profondeur. J'ai remarqué en outre sur les terres sèches du marais quelques efflorescences de sel marin. M. Williams, directeur du sondage, m'a assuré en avoir observé quelques croûtes dans les chaudières que l'eau du marais alimentait. Comme le lac de Chieri est visité quelquefois par la mer à la

suite de grandes tempêtes, je ne saurais affirmer si le chlorure de sodium appartient plutôt au sel que pourraient contenir les argiles bleues qu'à la salure accidentelle opérée par l'intervention des eaux de l'Adriatique. Je dois faire remarquer que les habitants du voisinage ne boivent point d'autre eau, et que pour mon propre compte je ne lui ai point trouvé la saveur du sel.

J'ai constaté le 12 septembre que la température de l'eau de la source au sud du sondage principal était de 14°,20, et celle de l'air de 25° à l'ombre.

A l'époque où la fièvre du pétrole s'était emparée de tous les esprits, l'île de Zante ne pouvait échapper à l'attention des spéculateurs. Il s'est formé une société pour l'exploitation de ses huiles minérales, et ce marais a été exploité au moyen de deux sondages. Le premier a été poussé jusqu'à la profondeur de 300 pieds anglais (150 m. environ) et a atteint la nappe pétrolifère à 145 pieds (48 m.). La production a été dans les débuts d'environ une demi-tonne par jour; mais, comme cette quantité allait en diminuant progressivement, on s'est décidé à rechercher de nouvelles sources. A l'époque de ma visite, le sondage était parvenu à la profondeur de 150 mètres, sans être jamais sorti des argiles bleues. Mais au moment de l'interruption des travaux le trépan avait eu à lutter contre un calcaire noir, dur, fétide, qui ne peut être que celui que nous avons mentionné à la partie supérieure des dépôts gypseux. C'est le seul calcaire noir qui soit connu dans l'île. Cette rencontre fixerait donc nettement la position des argiles pétrolifères qui sont bien réellement pliocènes, comme dans la vallée de la Vojutza. Le sondage n° 2, placé de l'autre côté du marais et au nord du premier, a été poussé jusqu'à la profondeur de 70 pieds (21 mètres), où il a saigné un niveau pétrolifère qui a fourni 5,000 litres d'huile minérale dans l'intervalle de sept heures. Après, il s'est montré complétement stérile, et on l'a abandonné. Ajoutons que les deux sondages ont leur emplacement au milieu même des puits anciens.

L'idée qui a dirigé les exploitants dans le genre de travaux qu'ils ont adopté reposait sur l'espérance de rencontrer des sources jaillissantes ou des réservoirs de pétrole aussi abondants qu'en Amérique; mais on a vu que les résultats n'ont guère concordé avec les données théoriques. En effet, si l'on admet que le pétrole est, dans l'île de Zante, contemporain des couches qui le recèlent, comme cela est démontré pour les pé-

troles de la Valachie, et comme les sondages dans le marais de Chieri semblent le confirmer à leur tour, puisque le seul niveau pétrolifère traversé s'est appauvri après un drainage de quelques jours, il existe peu de chances de rencontrer à une plus grande profondeur des réservoirs assez abondants pour que leurs produits puissent racheter les travaux coûteux du sondage. D'un autre côté, en se plaçant dans le marais même, il n'était pas possible d'échapper à l'envahissement des eaux, et les puits forés pouvaient seuls, à cause de cet inconvénient, être mis en usage. Parce que le pétrole a manifesté sa présence seulement dans la plaine marécageuse, on a cru qu'il ne devait exister qu'au-dessous des points d'où il provenait, sans réfléchir que sans le concours de l'eau cette substance ne peut guère arriver à l'état liquide à la surface du sol. Il y aurait donc lieu à étudier la question sous une autre face et à adopter de préférence le système valaque pour des gisements qui sont identiques avec ceux de la Valachie; mais cette question tombant dans le domaine des applications industrielles ne peut point trouver sa place ici.

Les huiles minérales de Chieri sont très-lourdes et de qualité inférieure. Elles se composent en grande partie de poix liquide et d'une certaine quantité de pétrole verdâtre qui se trouve mêlée au pissasphalte et qui surnage. On est donc obligé, pour obtenir la qualité marchande, d'introduire les produits extraits dans un tonneau où ils se décantent d'eux-mêmes. La poix, plus lourde, remplit le fond du tonneau, et par le moyen d'un robinet placé à une hauteur convenable on soutire les parties les plus légères qui flottent à la surface. Mais on a remarqué qu'elles retiennent une certaine quantité d'eau dont on ne peut pas se débarrasser, et qui gêne beaucoup dans l'œuvre de la distillation.

Il ne sera pas difficile de s'expliquer l'infériorité relative des pétroles de Chieri et leur grande teneur en goudron, si on réfléchit que, depuis des siècles dont il est difficile de fixer le nombre, le dégagement continuel de gaz inflammable, qu'accompagne une expulsion correspondante de naphte, a pour résultat inévitable de les dépouiller de leurs principes les plus légers, et de les faire passer insensiblement à l'état de pissasphalte; et il est rationnel de conjecturer que cette distillation spontanée amènera dans un temps plus ou moins reculé leur appauvrissement graduel et, enfin, leur épuisement complet, après lequel ils finiront par se transformer, dans le sein de la terre, en

bitume solide, ainsi que cela s'est déjà accompli pour les gisements de la mer Morte et de Sélenitza.

L'emploi de la poix minérale de Zante a reçu jusqu'ici des applications bien limitées, limitées presque autant que sa production. La compagnie du Lloyd Autrichien a tenté de la substituer au brai pour le calfatage de ses navires, mais elle a dû la rejeter à cause de l'état de ramollissement permanent dans lequel la maintenait la quantité de pétrole qu'elle retenait encore. Son usage le plus fréquent consiste à préserver les vignes et les arbres des attaques des insectes, et pour cela on entoure ces végétaux d'un cercle de cette poix dans laquelle les insectes viennent s'engluer. Enfin, on s'en sert comme huile lubrifiante.

Je n'ai point à reproduire ici les diverses opinions que l'on a mises en avant sur l'origine probable des pétroles, origine sur laquelle on discutera longtemps encore. Il a suffi, pour la théorie que j'ai développée dans mon précédent travail, de démontrer que les pétroles sont contemporains des terrains qui les contiennent, et qu'on ne saurait leur reconnaître une origine volcanique. Je suis heureux de voir M. Sterry-Hunt (1) embrasser mon opinion relativement aux pétroles d'Amérique qu'il considère à son tour comme étant contemporains des terrains paléozoïques dans lesquels on les exploite. Le seul point sur lequel nous différons, et qui ne touche pas d'ailleurs à la question géologique proprement dite, est relatif à l'origine du pétrole que le savant américain attribue à une transformation particulière de matières organiques, lesquelles, sous l'influence de certaines conditions, auraient eu la propriété de se convertir en houille ou en toute autre substance charbonneuse, ou bien en hydrocarbures liquides, tels que le pétrole. L'accumulation de grandes quantités de matières végétales, comme cela a lieu de nos jours au milieu de l'Atlantique, a dû se reproduire dans les temps anciens, et ce serait là, suivant M. Sterry-Hunt, la cause de la formation des huiles minérales dans les terrains dévoniens de la Pennsylvanie et du Canada. Cette théorie est séduisante, au premier aspect, parce qu'elle a l'avantage de rattacher directement les pétroles à la classe des combustibles fossiles dont l'origine organique ne saurait être contestée aujourd'hui ; mais elle me semble incompatible avec les faits ob-

(1) Sterry-Hunt, Sur les pétroles de l'Amérique du Nord. (*Bull. Soc géol.*, t. XXIV, p. 570.)

servés. En effet, on comprend difficilement comment des amas de végétaux auraient pu se transformer complétement en une substance liquide sans laisser aucune trace du squelette des plantes, surtout si on réfléchit que le bois est composé de 50 pour 100 de carbone et de 6,50 d'hydrogène seulement, et que Reichenbach n'a pu parvenir à retirer par la distillation de la houille que deux onces de pétrole par quintal. Il devrait donc se trouver dans tous les terrains pétrolifères des résidus charbonneux, après la combinaison opérée des 6,50 d'hydrogène avec la quantité correspondante de carbone pour constituer du pétrole; or, dans les Principautés danubiennes, dans l'Albanie et dans l'Amérique du Nord, on n'a jamais cité, que je sache, des couches de charbon concomitantes des dépôts pétroliens. De plus, il resterait toujours à expliquer, d'après ces idées, la dissémination des substances bitumineuses dans les roches plutoniques, ainsi que leur présence au milieu de filons métallifères qui n'ont rien de commun avec les phénomènes d'origine neptunienne.

Cette théorie reproduit à peu près celle du Dr Nugent (1) qui attribue à une cause semblable l'origine du grand lac de poix de la Trinitad. Suivant ce géologue, « l'Orénoque a, pendant des « siècles, porté d'immenses quantités de bois et d'autres végé- « taux à la mer environnante, où, par l'influence des courants « et des remous, ces corps ont pu être arrêtés et accumulés en « certains points. La fréquence des tremblements de terre et « diverses autres indications de l'action volcanique dans ces ré- « gions viennent à l'appui de l'opinion qui tend à admettre que « ces substances végétales ont subi, par l'effet du feu souter- « rain, les transformations et altérations chimiques qui déter- « minent la production du pétrole. »

Une particularité saillante, et qui distingue franchement les dépôts pétrolifères du bassin carpatho-caucasien et de l'Albanie de ceux de l'Amérique du Nord, consiste en ce que dans ceux-ci le pétrole est ordinairement accumulé dans des réservoirs le plus souvent verticaux, qui sont en connexion évidente avec les axes anticlinaux des chaînes montagneuses, et que les portions horizontales d'un terrain oléifère ne fournissent que de petites quantités de pétrole, tandis que dans les Principautés danubiennes, c'est justement dans les terrains bien réglés et dont les couches se rapprochent de l'horizontale, et jamais

(1) Lyell, *Principes de géologie*, t. II, p. 146.

dans les points, disloqués que l'on établit les puits de recherches. Dans les Carpathes, l'huile minérale est, comme on le sait, emprisonnée dans une argile tenace, et il convient de la diriger dans des puits très-rapprochés les uns des autres, et dans lesquels on n'a pas à redouter l'envahissement des sources impétueuses ou de gaz inflammable qui mettent sérieusement en danger la vie des ouvriers. C'est la raison qui, outre la pauvreté relative des gisements, a fait renoncer au système coûteux des forages, dont les frais n'auraient jamais pu être couverts par les produits. Les crevasses ou les cavernes n'existent pas dans les terrains argileux, et dès lors on ne peut point espérer de rencontrer des réservoirs de pétrole dans les lignes de fractures. Dans l'Amérique, au contraire, les couches renfermant les pétroles sont des roches calcaires, les seules dans lesquelles se montrent les cavernes et les crevasses. On conçoit par là que ces calcaires n'auront conservé, dans les portions horizontales, que le pétrole qu'ils auront primitivement reçu, tandis que dans les parties soulevées, le pétrole, s'écoulant suivant le plan incliné des couches, se sera accumulé dans ces dépressions et ces fissures souterraines, d'où la sonde fait jaillir ces quantités énormes d'huiles qui font la richesse des exploitants. C'est là, suivant moi, le motif pour lequel on est obligé de recourir aux puits forés. En d'autres termes, les réservoirs de pétrole sont créés naturellement en Amérique ; dans la Roumanie, c'est la main de l'homme qui les façonne.

Mais revenons à nos pétroles de Zante. Comme rien dans les terrains sédimentaires de cette île ne peut rendre compte de la production de ce bitume, M. Strickland croit qu'il provient des terrains volcaniques qui existent au-dessous des îles Ioniennes. Il est d'autant plus confirmé dans cette opinion que les sources se trouvent dans un centre de dislocation des couches. Il nous suffira, pour repousser cette explication, de dire qu'il n'existe aucune roche volcanique dans les îles Ioniennes, et que la seule dislocation que nous ayons observée dans le voisinage du lac de Chieri est la modeste faille de Sténa dont nous avons fait mention.

M. Virlet me paraît avoir démontré l'insuffisance de la théorie de Reichenbach, qui admet que les sources de pétrole sont dues à la distillation lente, à une basse température, des amas de houille ; mais en considérant les huiles minérales de Zante et tous les pétroles en général comme de véritables produits volcaniques, que des sources souterraines feraient pour ainsi

dire circuler journellement dans les terrains où se manifeste leur présence, c'est admettre par ce fait seul leur inépuisabilité, leur refuser une date déterminée, mais qui est fatalement postérieure à l'âge des couches qu'elles ne feraient alors que traverser. Or, ces conséquences étant toutes contraires aux faits nombreux observés par nous et consignés dans cette note, nous persistons dans les conclusions que nous avons formulées dans notre Mémoire sur les pétroles de la Roumanie, et auxquelles nos études récentes en Albanie et dans les îles Ioniennes viennent prêter une force nouvelle.

Étude géologique sur la Corse; par M. Tabariés de Grandsaignes (Pl. I). (at book)

Sur le point de faire un voyage de quelques semaines en Corse, je n'espérais pas pouvoir rapporter à la Société géologique autre chose que de simples notes sur les points que j'aurais étudiés *de visu*. Une fois arrivé dans le pays, je me suis trouvé en présence de faits et de documents qui m'ont décidé à présenter sur la Corse un travail d'ensemble, qui, bien qu'incomplet, sans doute, me semble nécessité par l'ancienneté et les desiderata des derniers travaux de ce genre.

Bien que l'étendue de la Corse ne dépasse pas quarante et une lieues en longueur et vingt-six en largeur, peu de géologues ont eu le courage d'affronter les difficultés que présente et surtout que présentait son exploration complète. Parmi eux je citerai Barral (1), qui écrivait en 1783; Jean Reynaud (2), en 1834; et Pareto (3), vers 1845; c'est à ce dernier observateur que les auteurs de la Carte géologique de la France ont emprunté les modifications apportées à la Corse dans leur dernière édition.

En outre, des études intéressantes, mais partielles, sur ce pays, ont été faites par MM. Gueymard (4), Constantin James(5), Éd. Collomb (6), Cotteau et Pumpelly (7).

---

(1) *Mémoire* sur l'histoire naturelle de l'île de Corse.
(2) *Mém. de la Soc. géol.*, 1re série, t. I, p. 1, 1834.
(3) *Cenni geognostici sulla Corsica.*
(4) *Annales des mines*, 1824.
(5) *Rapport sur les eaux minérales de la Corse*, 1853.
(6) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XI, p. 63.
(7) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XVII, p. 78.

Si l'on quitte les ouvrages spéciaux, on trouvera encore quelques renseignements utiles sur la géologie de l'île, dans les recherches historiques et statistiques de Robiquet sur la Corse, en 1835, dans *la Corse* de Jean della Rocca, en 1857, enfin dans les rapports sur l'Exposition industrielle à Ajaccio, en 1865.

Je vais essayer, en comparant entre eux ces divers travaux et mes propres observations, d'indiquer quels sont les changements qui doivent être apportés aux dernières cartes géologiques de la Corse.

TERRAINS DE LA CORSE.

Les terrains jusqu'ici reconnus en Corse sont :

les terrains cristallisés,	les alluvions diverses,
— terrains dits crétacés,	— dépôts glaciaires,
— terrains nummulitiques,	— dépôts volcaniques,
— terrain miocène,	— gneiss et micaschistes,
— cordons littoraux quaternaires,	— terrain à combustible.

Terrains cristallisés. — Le granite forme environ les deux tiers de la superficie des terrains de la Corse ; on le rencontre dans toute la moitié occidentale de l'île et dans toute la partie sud. Il forme un massif qui se tient sans interruption et est assez bien délimité par la ligne des côtes et par une ligne intérieure passant à un kilomètre au-dessus de la marine de Porajola, un kilomètre E. de Belgodere, trois kilomètres O. de Castighio, un de Castiglione, deux de Corte, à Vivario, à deux kilomètres E. de Ghisoni, à la même distance de San-Garvino, allant, à la hauteur de Luvana, vers la côte orientale, et ne la quittant que pour former ceinture, entre Canella et l'embouchure de la Santa-Lucia, autour d'un lambeau tertiaire.

Le granite surgit encore au-dessus de Ponte Leccia et d'Omessa, et forme le cap Capicciolo et les îles Cavallo et Lavezzi. Je suis dans ces indications la carte de M. Pareto.

Cette roche offre dans certaines localités de belles variétés susceptibles d'une exploitation avantageuse. Je citerai, entre autres, le granite d'Algajola, dans lequel on a taillé un monolithe énorme, destiné à servir de piédestal à une statue de Napoléon Ier, et que le coût du transport a fait jusqu'ici laisser sur place, le granite blanc de Vico, celui d'Apietto, d'une belle teinte rose, celui d'Ajaccio, d'un grain fin, d'un bel aspect et

d'une dureté excessive, mais qui ne peut pas s'extraire en grandes masses.

Le granite passe quelquefois à la syénite, et offre de belles variétés de cette roche à Olmeto et sur la route de Vico à Evisa.

Le porphyre forme un massif considérable entre les golfes de Galeria et de Porto. C'est entre ce massif et la côte que se rencontrent des dépôts d'anthracite (?) que je regrette de n'avoir pu visiter; il s'extrait aussi du charbon minéral à Otta et à Evisa; mais ces exploitations paraissent peu productives. Le massif porphyrique se prolonge dans tout le Niolo, mais non d'une manière continue; c'est surtout aux monts Cinto, Baglia Orba et Pertuisato qu'il forme des masses puissantes et présente de belles variétés. Le porphyre apparaît encore aux environs d'Ajaccio et de Porto Vecchio, mais en petite quantité.

L'eurite est très-répandue dans le massif granitique, mais presque toujours en veines de peu d'épaisseur; c'est au sud de Vico que j'en ai rencontré les plus gros amas.

La diorite apparaît assez souvent dans les mêmes terrains, au sud de Calvi, autour de Casamaccioli, au nord de Vico, à l'ouest d'Ajaccio, aux environs de Bogognano et de Vivario, à Sainte-Lucie de Tallano et à Scanzacaggio, au nord-ouest de Bonifacio; très-souvent elle passe à de l'amphibolite d'un grain plus fin, d'une grande dureté et à large cassure conchoïdale.

Terrains dits crétacés et terrain nummulitique.— On range jusqu'aujourd'hui sous la dénomination de crétacés ou secondaires des terrains d'une grande étendue, puisqu'ils occupent le quart de la superficie de la Corse, d'aspect et de composition très-variables, dans lesquels on n'a pas encore découvert de fossiles, et qui, presque partout, présentent des traces profondes de l'influence métamorphique. Ces terrains sont délimités, à l'ouest et au sud, par la ligne intérieure qui sert de frontière au massif granitique, au nord et à l'est, par la mer, ou par des formations tertiaires ou alluviales.

Cette formation est continue, sauf un lambeau intercalé entre le granite et la mer, de la Cala de Comella à l'embouchure de la Santa Lucia, et deux autres isolés dans le grand massif granitique et dont il est nécessaire de dire quelques mots, car ils ne figurent sur aucune des cartes actuelles.

Barral écrivait, en 1783 : « Les montagnes de la grande « chaîne, que je nomme de premier ordre, sont généralement

« de granits. Dans ces granits l'on trouve des courants de ba-
« saltes et des laves de différentes espèces (1). Indépendamment
« de ces matières, l'on trouve de la pierre calcaire dans deux
« endroits ; l'un à une lieue d'Asco, sur le chemin de Calen-
« sana (2) ; l'autre au-dessous de la Quenza, nommé Lasinao
« (Asinao).. Ces deux montagnes calcaires sont totalement
« isolées au milieu des granits. »

En 1820, M. Gueymard rencontrait et signalait de nouveau, sur le monte Asinao, à 1823 mètres, des grès et des calcaires se rapportant à la formation secondaire. Il constatait ainsi la parfaite justesse de l'une des observations de Barral. Si la seconde n'a pas été également contrôlée, la raison en est dans les difficultés que présente l'exploration des environs d'Asco, village isolé au milieu des bois et des montagnes. Je ne fais aucun doute de son exactitude ; mais cependant, n'ayant ici que le témoignage de Barral, je crois devoir mettre sur la carte, au lieu qu'il indique, un point d'interrogation (3).

Rien de variable comme l'aspect minéralogique de la formation dont il s'agit. A Corte, ce sont des marbres cristallins, soit gris et à longues veines parallèles, soit à pâte blanchâtre et pénétrée de diallage ; au nord de Corte, à San Marcello, au pont du Vecchio, ce sont des schistes ardoisiers susceptibles d'exploitation ; près de Ponte Leccia, elle constitue une sorte de calcaire argileux, gris et rose, exploité comme pierre d'ornement ; au-dessous de Borgo, le terrain est formé de schistes rouges, ailleurs, de grès de teintes variables ou de grauwackes grises avec cailloux de quartz, à Brando, de calcaires jaunes bien stratifiés et imprégnés de concrétions. Si l'on ajoute à cela les dislocations, les intercalations et les inclinaisons diverses produites par l'apparition de matières éruptives, on aura une faible idée des difficultés que l'étude de cette partie des terrains de la Corse présente au géologue.

Si la stratigraphie est loin de suffire à débrouiller ce chaos, les caractères présentés par les fossiles font encore plus défaut.

---

(1) Ces prétendus produits volcaniques ne sont que des eurites ou des porphyres altérés.

(2) Arrondissement de Calvi.

(3) M. Gueymard dit avoir rencontré la même formation à l'est de l'île ; il se pourrait bien que ce fût celle d'Asco. Il signale une autre petite montagne calcaire isolée au milieu du granite à *Cauca* ; serait-ce *Conca* au-dessus de Porto-Vecchio ?

Les seuls que l'on ait trouvés dans les couches rapportées à cette formation sont des foraminifères qui se rencontrent au nord-ouest. Notre infatigable et savant collègue, M. Édouard Collomb, en a rapporté en 1853, pris par lui à quelques kilomètres de Belgodere, avant d'arriver à la limite du granite, dans un calcaire bleu, dur et résistant, en couches fortement inclinées et accompagnées de grès macigno. M. d'Archiac a reconnu dans ces fossiles : *Nummulites. Orbitolites Fortisii? Orbitolites submedia* ou *Fortisii?*; c'est-à-dire deux genres essentiellement supercrétacés, et d'un faciès franchement suessonien.

Que le terrain nummulitique soit représenté sur le versant nord-est de la Corse, c'est ce qui ne peut causer aucune surprise, car les côtes continentales les plus voisines, celles du département des Alpes-Maritimes, sont justement de cette formation. La *N. Ramondi* se voit en quantité à Rocca-Esteron, la Palarea, le Puget, cap la Mortela, col de Brauss, san d'Almazzo, Villa-Franca, etc. Mais la question est de savoir si l'on doit rattacher toute la formation, aujourd'hui désignée comme secondaire ou crétacée, au seul gisement fossilifère qui s'y rencontre.

Tel est l'avis de M. Pareto, qui désigne l'ensemble de ces terrains sous le nom un peu élastique de système nummulitique et crétacé, et celui des savants auteurs de la carte géologique de la France, qui l'appellent terrain crétacé supérieur. M. Collomb, au contraire, sépare du reste le terrain nummulitique de Belgodere, qui lui paraît dans une position stratigraphique particulière; il croit les terrains du cap Corse, de Corte, de Valle d'Alesani, Valle d'Orezza, etc., beaucoup plus anciens, d'après leur aspect minéralogique, et peut-être représentant le système jurassique. Cette dernière hypothèse me paraît possible, mais non probable; l'action du métamorphisme a été si grande, dans cette contrée, qu'elle a dû, presque partout, changer l'aspect des couches et les vieillir. Quant à la séparation proposée par mon savant collègue, je la crois essentiellement rationnelle, et je propose d'appeler *nummulitique* le terrain où l'on a constaté la présence des foraminifères, et *secondaire*, au lieu de *crétacé*, tout le reste du massif métamorphique.

Quelle est en effet la situation actuelle? Sur l'un des points du massif, on a reconnu des fossiles suessoniens; on ne peut que rattacher ce point à l'étage nummulitique. Dans tout le

reste, formé de couches disloquées et souvent isolées les unes des autres, les fossiles manquent, et il ne reste que le caractère minéralogique. Or, ces masses se composent, partie de calcaires cristallins rappelant les calcaires crétacés métamorphiques de l'Italie, partie aussi de grès et de schistes rappelant ceux de l'étage jurassique. Il me semble qu'il est nécessaire de marcher ici pas à pas, et de ne désigner l'ensemble de ces terrains que sous le nom élastique de secondaires, sous peine de préjuger les choses et de donner aux recherches des explorateurs une fâcheuse direction.

J'ai parlé des serpentines; elles occupent, avec les euphotides diallagiques, plus d'un cinquième de la surface des terrains secondaires, mais en lignes moins continues que celles figurées sur les cartes. En revanche, je crois devoir en signaler une masse importante qui n'y figure pas et dont j'ai constaté, après M. Collomb, la présence à Corte; c'est à elle que sont dus les marbres cristallins de cette ville. Je suis très-disposé aussi à considérer comme de la serpentine éruptive la roche sur laquelle est bâtie Bastia; mais l'aspect de la serpentine est si variable en Corse qu'il est souvent difficile de distinguer la roche pure des couches déjà en place qu'elle a injectées. Elle est tantôt rude et tantôt douce au toucher, tantôt massive et tantôt schisteuse; sur la route de Ponte Leccia à Bastia, on voit des schistes serpentineux, déchiquetés d'une manière bizarre, dont un fragment placé à leur sommet a la figure d'un aigle.

L'amiante se trouve en assez grande abondance dans la serpentine, aux environs de Bastia, à Brando, à Scolca. On la mêle quelquefois à la pâte des poteries, pour leur donner du liant, car l'argile grasse et plastique fait défaut en Corse.

La diorite est à peu près absente de ces terrains; cependant M. Pareto en indique un petit massif entre Lama et Castifao.

Mais le métamorphisme y a produit beaucoup de calcaires cristallins susceptibles d'exploitation. Je citerai le marbre de Corte, grisâtre, à longues veines parallèles, dont sont faites les colonnes du palais de justice de Bastia et le bleu turquin de Serragio, qui a servi au piédestal de la statue de Paoli à Corte.

On désigne sous le nom de *verde di Corsica* deux marbres de provenance différente; l'un vient d'Orezza, l'autre d'Alezani; tous deux sont des euphotides diallagiques d'un vert bleuâtre. Le vert du Bevinco est une roche serpentineuse qui s'extrait des bords de ce petit fleuve; il présente un réseau de veines d'un vert assez foncé; on peut en voir une bordure au bas de l'autel

de la chapelle Bonaparte, à Ajaccio. A Brando, on extrait deux calcaires, l'un, blanc et cristallin, l'autre, gris et plus terreux, qui se débitent en dalles et servent à plaquer l'intérieur des maisons.

Terrain miocène. — Trois petits lambeaux du miocène supérieur (Ét. falunien supérieur de d'Orbigny) se rencontrent en Corse, l'un à Saint-Florent, l'autre à Aleria, le troisième à Bonifacio.

Dès 1834, M. J. Reynaud constatait la contemporanéité des deux premiers dépôts, et donnait deux coupes de celui de Santa Manza et Bonifacio.

Le dépôt de Saint-Florent forme une petite chaîne de collines ondulées, à pic du côté du monte Pigno. Il repose, en forme de bateau, sur une roche serpentineuse; on y reconnaît environ huit couches calcaires distinctes, dans lesquelles se trouvent de grandes Huîtres, des oursins et le *Pecten burdigalensis.*

Le dépôt d'Aleria s'étend de la bouche de l'Alezani à celle du Fiume Orbo; il est en partie recouvert et entouré par des dépôts d'alluvions et renferme les mêmes fossiles que le précédent.

La formation tertiaire de Bonifacio est la plus fossilifère, surtout du côté du golfe de Santa Manza, où les côtes ravinées du bord de la mer présentent des coupes naturelles intéressantes. La cala de Canella, d'après J. Reynaud, montre treize couches de grès et de sables superposés au granite, et renferme des bivalves, des oursins, le *Pecten burdigalensis*, des polypiers et des Turritelles. La cala de Stintina présente six couches de calcaires blancs et rouges, contenant des Huîtres, des oursins, l'*operculina complanata* et les *Pecten burdigalensis* et *opercularis.*

Les oursins les plus communs dans ces couches ont été reconnus par M. Cotteau pour être : *Clypeaster altus*, *C. folium*, qui, ainsi que le *Pecten burdigalensis*, caractérisent ces terrains comme miocènes supérieurs (Ét. falunien supérieur de d'Orbigny).

Les autres oursins des terrains tertiaires de la Corse, que l'on peut voir au Muséum de Paris, sont : *Schizaster*, *Euriscopus latus.*

La collection d'Ajaccio possède plusieurs exemplaires d'une grande Scutella, et des moules intérieures de coquilles dont la provenance exacte n'est pas indiquée ; je crois qu'ils viennent d'Aleria.

A Bonifacio même, les falaises, qui ont plus de 60 mètres de hauteur et contiennent une dizaine de couches calcaires distinctes, renferment peu de fossiles. J'ai cependant rapporté des couches inférieures des oursins indéterminables, et des dents de squales bien conservées, qui doivent se rapporter à plusieurs espèces.

On m'avait annoncé que l'on y rencontrait quelques empreintes de poissons; je n'ai rien vu de tel. Le musée d'Ajaccio en possède, il est vrai, une trentaine d'échantillons, provenant de la collection Fesch, mais ils se rapportent à neuf ou dix espèces éocènes, et proviennent, selon toute probabilité, de la Sicile (monte Bolca, Vicentin).

Terrains quaternaires. — Je rattache aux terrains quaternaires : 1° un cordon littoral du golfe de Santa-Manza, signalé par M. Collomb; il est formé des éléments du granite désagrégé, réunis par un ciment calcaire et renfermant un grand nombre de coquilles vivantes, bien qu'il soit à 5 ou 6 mètres du niveau de la mer; 2° un conglomérat coquillier, à peu près recouvert par la mer, près d'Ajaccio, au pied de la chapelle des Grecs.

Alluvions. — Des dépôts alluviens se rencontrent au fond des golfes d'Ajaccio et de Calvi. Un terrain analogue forme la plaine de Biguglia et une grande partie de celle d'Aleria. Ils sont composés d'un sable argilo-calcaire renfermant des débris nombreux, quelquefois peu roulés, des roches environnantes; dans ce dernier cas, ils pourraient bien se rapporter au diluvium. A l'intérieur de l'île, les petits fleuves actuels ont souvent leurs rives formées d'un dépôt épais de plusieurs mètres de sable granitique contenant des blocs de granite très-arrondis, surtout le Golo, le Liamone, et un affluent du Taravo, ce qui indique un changement considérable dans le volume des eaux.

Terrains glaciaires. — En 1806, on découvrit, près de Bastia, dans une brèche osseuse, des ossements d'un mammifère que Cuvier trouva identique avec le *Lagomys alpinus;* ils avaient été recueillis à une altitude de 600 mètres, dans les fentes d'un calcaire.

Au musée d'Ajaccio (coll. Romagnoli) figurent, sous la même dénomination, des débris recueillis également dans les environs de Bastia, les uns (gangue dure, rougeâtre) dans la colline du Forcone, les autres (gangue terreuse, rouge) dans la grotte de Brando.

En 1850, M. Raphaël Pumpelly constatait l'existence de moraines frontales et terminales et de blocs erratiques, dans la

vallée de Baglia Orba Mari en même temps il contesta l'existence des glaciers sur le monte Rotondo, soupçonnés par MM. Pareto et Éd. Collomb.

Enfin il paraît exister à Zonza (canton de Morta) des traces nombreuses de moraines et de stries glaciaires.

Terrains volcaniques. — Les anciens auteurs qui ont écrit sur la Corse avaient cru voir, dans ce pays, des traces considérables de dépôts volcaniques. Des observations postérieures sont venues détruire cette opinion.

La seule formation de cette espèce se trouve près de la pointe de Balistro (golfe de Santa-Manza). C'est une masse de conglomérat ponceux de 2 à 300 mètres de longueur sur 10 à 12 d'élévation, signalée par J. Reynaud. Elle paraît se rattacher à la formation trachytique de la Sardaigne, et être, comme elle, antérieure aux dépôts tertiaires.

On voit cependant à l'École des mines : 1° un échantillon indiqué « lave poreuse blanchâtre *ramassée* à Aleria ; » c'est, je crois bien, un véritable produit volcanique, mais qui doit provenir des îles italiennes voisines ; 2° deux échantillons denses, à pâte noire, luisante, avec cristaux blanchâtres, marqués : « scories prétendues volcaniqnes d'Asco—4 l. N.-O. de Corte ; » cette roche ne me paraît pas volcanique ; c'est plutôt un mélaphyre éruptif dans le granite ; 3° (signalé par Robiquet en 1835, mais que je n'ai pu retrouver) un échantillon portant : « lave feldspathique grise avec cristaux de pyroxène, de Porto-Vecchio. »

Gneiss et micaschistes. — C'est avec doute que je reproduis, sur la carte qui accompagne cette note, les indications de M. Pareto. Je n'ai vu du gneiss que quelques fragments roulés ; et quant aux micaschistes, je n'en connais pas de véritables en Corse. Peut-être le géologue italien a-t-il appelé de ce nom des schistes talcqueux, tendres, jaunâtres et brillants, comme ceux que l'on voit sur la hauteur de Borgo.

Terrain à combustible, peut-être primaire. — On signale, sur la côte occidentale, aux environs d'Otta, d'Osani et d'Evisa des gisements d'anthracite. Ce terrain, à peine étudié, semble se rattacher aux terrains anciens.

LOCALITÉS PARCOURUES.

Environs d'Ajaccio. — Le chef-lieu de la Corse est placé au fond d'une baie granitique large et profonde, qui offre un abri

sûr et des manœuvres faciles aux plus grands navires de guerre. Dans la ville même, sur le Cours, se trouvent deux carrières d'un granite bleuâtre, d'un bel aspect et d'une dureté excessive, ce qui s'oppose à sa facile exploitation; on s'en est servi cependant pour tailler quelques-unes des colonnes de la préfecture. En continuant à s'avancer vers le fond de la baie, on voit bientôt la même roche se présenter sous des aspects différents. A droite, avant d'arriver à la villa Bacciochi, s'étend une petite masse de pétrosilex qui va se perdre sous la mer. A gauche, en montant vers le pénitencier, le granite est à grain moyen, offre peu de cohésion et contient quelques traces d'amphibole; près du pénitencier, il se transforme en pegmatite. Un peu à droite de la route, à 1 kilomètre ou 2 du pénitencier, on voit un petit plateau dont le sommet est formé d'amphibolite.

La ville est construite en granite, moins dur que le premier dont j'ai parlé, grisâtre, à grain moyen, et que l'on va prendre à la carrière du Scudo, ouverte près de la mer à 5 ou 6 kilomètres à l'ouest de la ville. C'est de cette pierre qu'est formé le soubassement de la statue de Napoléon Ier, sur la place du Diamant. Le piédestal est d'un beau granite porphyroïde rose provenant d'Appietto, village situé à 13 kilomètres au nord d'Ajaccio.

Ajaccio à Bastia. — Je passerai rapidement sur cette partie de mon itinéraire; la route d'Ajaccio à Bastia est ancienne, et les terrains qu'elle coupe ont été relevés par plus d'un explorateur. Le granite disparaît à environ 7 kilomètres de Vivario, pour faire place à la diorite et à l'euphotide. Puis ce sont des serpentines, des schistes verts ou gris, ardoisés, talcqueux ou micacés, qui alternent avec des calcaires plus ou moins cristallins et dépourvus de fossiles. Toute cette partie nord-est de la Corse est un exemple frappant d'altérations métamorphiques. Je dois cependant m'arrêter sur quelques observations particulières.

Le Monte d'Oro, l'une des trois pointes les plus élevées de la Corse, est granitique. Je rapporte un minéral recueilli à son sommet le plus élevé, et dont voici les caractères :

Masse lamelleuse de teinte blanc verdâtre, cristallisant en tables quadrangulaires plus blanches, translucides, de structure finement fibreuse, se rayant très-facilement avec l'acier, contenant des petites cavités irrégulières. Insoluble à chaud dans l'acide azotique, du moins ne donnant aucune réaction avec le cuivre et l'ammoniaque. Infusible au chalumeau, soit seul, soit

avec le borax ou le carbonate de soude; changeant seulement alors sa teinte verte pour une coloration grise. Je crois que cette substance est un silicate composé peu connu; elle a été recueillie à près de 2,700 mètres.

A Corte, dans un ravin que l'on rencontre en montant aux mines de Saint-Jean, j'ai recueilli des rognons d'hématite rouge, qui s'y rencontrent, m'a-t-on dit, en assez grande quantité après les pluies; il est possible qu'il y ait, en cet endroit, un gisement de fer oligiste exploitable; j'y ai trouvé également une scorie de fer probablement fort ancienne, car on ne connaît aucun haut-fourneau dans les environs.

Dans les murs de l'église en ruine qui fait partie de l'ancienne Corte et remonte au treizième siècle environ, l'on remarque des pierres angulaires formées d'un tuf calcaire assez poreux. Cette roche est en place à quelques kilomètres à l'ouest de Corte; je la signale aux explorateurs, en regrettant de n'avoir pu en examiner le gisement; elle paraît de formation beaucoup plus récente que les calcaires secondaires du pays.

Je ne dirai qu'un mot des terrains de Bastia que M. Locard, notre collègue, ingénieur des hauts-fourneaux de Toga, étudie d'une manière complète. Ils consistent en de puissants amas de schistes serpentineux et talcqueux; cette matière éruptive qui s'étend jusqu'à la mer, à Bastia, contrairement aux indications des cartes géologiques, a soulevé et fortement incliné du nord au sud les calcaires dont je vais parler.

Ces calcaires qui se montrent à une lieue au nord de Bastia sont disposés suivant une stratification bien marquée et pénétrés d'une multitude de filets concrétionnés, résultat des infiltrations aqueuses provenant de leurs sommets. C'est dans ces couches que se trouve la grotte de Brando, à 50 mètres au moins au-dessus du niveau de la mer. Sa formation est due évidemment à la cause générale de celle des cavernes, c'est-à-dire à une fissure primitive élargie par un courant d'eau. On y a trouvé dans une gangue terreuse, peu cohérente, des ossements d'un petit mammifère (*Lagomys*) qui figurent dans la collection d'Ajaccio. La grotte de Brando ne se compose que d'une seule salle, mais en plusieurs endroits s'ouvrent d'étroits couloirs qui pourraient bien mener à d'autres grottes inexplorées. Elle présente un grand nombre de stalactites, mais peu de stalagmites; les unes et les autres sont d'un albâtre admirablement pur et transparent; ni les grottes d'Arcy-sur-Cure, ni celles de l'Ariége, ni celles des Pyrénées, n'en offrent d'aussi

beau ; ces concrétions sont du reste à l'abri des mutilations et parfaitement conservées. Un peu plus au nord, on extrait des calcaires cristallins blancs et gris que l'on taille en dalles, et dont, sous le nom de *pierre de Brando*, on fait une assez grande exportation à Marseille et en Italie.

Corte à Vico. — Je n'avais garde de laisser de côté le Niolo, que Barral appelle un *cabinet naturel de minéralogie ;* je partis de Corte pour cette excursion, et la difficulté des chemins, en retardant ma route, me permit de bien examiner les terrains. En remontant le Tavignano, sur sa rive gauche, on voit le granite reparaître à 2 kilomètres de Corte. A la fontaine d'Argent, dans le bois de Melo, apparaît une roche verdâtre, à grain fin, fendue, sorte de trapp, qui présente ce caractère, que nous retrouvons en Corse dans la même roche et dans l'amphibolite, d'offrir des surfaces d'apparence flambée ou métallique, sur une très-petite épaisseur. Le granite se continue ensuite jusqu'au-dessus de Casamaccioli.

C'est à ce point que s'effectue la descente dans le Niolo, vallée sauvage, d'une altitude de 12 à 1500 mètres, fermée de tous côtés par des montagnes presque inaccessibles ; une heure est employée à y descendre.

Sur le chemin se voient des blocs d'amphibolite de belle espèce et de diorite compacte à feldspath rose. Près de Casamaccioli, on a trouvé, suivant della Rocca, du plomb sulfuré et du charbon fossile ; la rapidité de ma course ne m'a pas permis d'en rechercher les gisements.

De Casamaccioli à Valdoniello, le terrain reste granitique, mais on y trouve des blocs de diorite ou d'amphibolite et des fragments de porphyre rouge ou violet qui viennent de points plus élevés de la chaîne. A Valdoniello, le granite contient peu de mica, mais il renferme de larges veines de beau feldspath rose.

A peu de distance se dresse le Monte Tafonato, ainsi nommé d'un large tunnel naturel qui le traverse, en ligne droite, dans une grande longueur. Au lever et au coucher du soleil, il se produit par ce tube immense un phénomène curieux : la partie de la campagne qu'il regarde est éclairée, tandis que la montagne, servant d'écran, garde le reste dans l'obscurité. D'un point de la route forestière, l'observateur se trouve dans l'axe du tunnel ; son regard le traverse en entier et suit le passage des nuages à son autre extrémité.

Le terrain granitique se continue jusqu'à Vico ; je n'ai que

deux points à signaler. A 8 kilomètres de Vico se rencontre une fort belle syénite à feldspath rose; on en revoit de semblable à 5 kilomètres plus loin. Enfin je dois noter le beau granite blanc et dur qui sert aux constructions de Vico et se trouve à 2 kilomètres environ de cette ville.

Vico à Ajaccio. — J'ai suivi, pour rentrer à Ajaccio, la route qui passe par Arbori, Ambiegna et Casaglione; ce n'est qu'à ce dernier point que je l'ai quittée pour rejoindre celle de la mer. Jusqu'au Liamone, le granite présente de longues veines et quelques amas d'eurite; aux approches d'Arbori, l'on remarque des cristaux et des veines d'un feldspath bleuâtre et translucide. A la descente du Liamone, le granite contient d'assez grosses boules isolées d'amphibolite, recouvertes d'une croûte cassante.

Le terrain n'offre rien de remarquable jusqu'à Calcatoggio. Ici le granite se mêle à de l'eurite et à de la syénite, le tout en général d'une teinte rose. On passe à proximité des carrières de granite d'Appietto, dont j'ai parlé plus haut, et l'on remarque la teinte rose que présente également le dernier contre-fort du monte Nebbio.

Ajaccio à Sartène. — Cette route traverse le granite commun grisâtre, mêlé de quelques veines d'eurite; à Olmeto se rencontre la syénite noire connue sous le nom de *pierre de deuil d'Olmeto;* elle est, paraît-il, en trop petite quantité pour donner lieu à une exploitation régulière.

Je ne décrirai pas la coupe du terrain de Sartène à Sainte-Lucie de Tallano, qui a été relevée d'une manière fort exacte par mon éminent collègue, M. Éd. Collomb. Seulement, je crois devoir signaler une roche qui se trouve plus loin, à 1 kilomètre de Lévie: c'est une eurite fort dure, semée d'une quantité de petits cristaux de mica noir, d'un bel aspect, et qui pourrait servir à l'ornementation; elle n'est qu'en petite masse.

Sartène à Bonifacio. — Le granite, mêlé d'un peu de diorite, se prolonge jusqu'à 2 kilomètres de Bonifacio. Ici apparaît le terrain tertiaire, sous un aspect qui rappelle assez la craie blanche de Bourgogne. C'est un calcaire très-blanc, à grain fin, friable, bien stratifié et creusé, par l'action des agents atmosphériques, de larges gouttières horizontales. Lors de son apparition, il est incliné légèrement du nord au sud; 1 kilomètre plus loin, l'inclinaison est inverse, et à Bonifacio il se trouve parfaitement horizontal. Il se pourrait qu'il y eût sous le sol, à 1 ou 2 kilomètres de la ville, une grotte analogue à celles

qui se voient sur la côte et qui aurait déterminé, dans les couches, un affaissement en forme de V très-ouvert.

La roche offre le même aspect à une profondeur de 40 ou 50 mètres; mais, plus bas, elle devient fort dure, ce qui tient aux grains de quartz qu'elle renferme et qui, avec ceux de feldspath, composent au bas de la falaise la presque totalité de la roche. Cette composition indique que le granite est à une petite profondeur, bien qu'on ne l'ait jamais atteint à Bonifacio même. Or, voici l'altitude des falaises sur trois points de la ville :

	mètres.
A l'escalier du roi d'Aragon.....	63
Au surplomb.....	62,30
Au puits de la citadelle.....	62

Il s'ensuit que la puissance des couches calcaires ne doit guère dépasser 70 mètres à Bonifacio.

J'ai parlé de la grande dureté des couches inférieures; elle explique comment le surplomb n'augmente pas et comment la partie superposée de la ville n'est pas précipitée dans les flots. Il paraît, en effet, que ce danger est moindre qu'on ne le croit communément, et que l'érosion de la roche est à peine sensible; car il existe, au dépôt du génie, une carte remontant à un siècle, et qui représente la partie surplombante de la ville dans l'état même où elle existe aujourd'hui.

C'est également dans ces couches inférieures que se trouvent des dents de squales, que les gens du pays désignent sous le nom de *langues* et qu'ils prétendent être les seuls débris organiques du dépôt. J'ai cependant vu et dégagé, au pied de l'escalier du roi d'Aragon, des oursins fossiles de forme plate, malheureusement très-peu reconnaissables, à cause de la dureté de la gangue et de l'effet corrosif des vagues. Les dents de squales que j'ai rapportées, et dont je crois être le premier à signaler la présence, sont, au contraire, en bon état et paraissent appartenir à deux ou trois espèces distinctes.

Je termine ces observations par une remarque sur la grotte qui s'étend sous la citadelle et dans laquelle se trouve un petit lac d'eau douce où les habitants peuvent aujourd'hui s'alimenter au moyen d'un vaste puits. Les autres grottes du voisinage sont à large ouverture, à parois lisses, à perforation simple, et je ne fais pas difficulté d'admettre que leur creusement est dû à l'action puissante de la mer. Les anciennes relations nous représentent, au contraire, la grotte de la citadelle comme se com-

posant « d'une série de grandes salles couvertes d'incrustations « et de stalactites, et liées les unes aux autres par de petits « corridors bas et étroits. » C'est là l'exacte apparence des cavernes dues à l'action d'un courant d'eau souterrain, et je serais porté à croire que telle est l'origine de la grotte qui nous occupe. Les travaux importants qu'on y a faits ont malheureusement détruit toute apparence de stalactites et élargi les couloirs; mais il reste un amas d'eau douce considérable et permanent qui me paraît être le produit du déversement d'un cours d'eau intérieur, beaucoup plus que des quelques infiltrations qui suintent du haut de la voûte.

ROCHES ORBICULAIRES.

Je ne crois pas qu'il y ait une contrée qui, sur une surface aussi restreinte que la Corse, offre une aussi grande variété de roches orbiculaires. Malheureusement cette grande variété a amené une grande confusion d'idées sur la nature, l'exploitation possible, l'origine et le gisement de chacune. M. Delesse, dans ses belles *Recherches sur les roches globuleuses* (1) n'a dissipé qu'en partie cette obscurité, puisqu'il ne s'attachait qu'à rechercher la formation de certaines de ces roches. Je crois donc utile de rassembler ici tous les documents que j'ai pu recueillir à ce sujet.

Toutes les roches désignées par les auteurs sous les noms de pyroméride globaire, granite ou porphyre orbiculaire, variolites, eurite globuleuse, pierre ocellée, laves oolithes, etc., se rapportent à la diorite, à l'amphibolite, au porphyre, à l'eurite, au jaspe ou au pétrosilex.

Chacun connaît la belle diorite orbiculaire de Sainte-Lucie de Tallano; son gisement et sa composition ont été trop souvent décrits pour que j'y insiste de nouveau. Je me contenterai de donner les caractères qui la distinguent de toutes les autres roches orbiculaires. Les orbes sont tous à peu près du même volume et ont en moyenne 35 millimètres de diamètre; si leurs dimensions paraissent souvent différentes, c'est que la section qui les découvre n'est pas centrale, ou qu'ils se sont déformés par leur pression réciproque. Jamais ils ne se pénètrent, quelque tangents qu'ils soient. Ils ont chacun, au moins une zone

(1) *Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. IV.

périphérique blanche, bien marquée par une ligne verte. Leur dureté et leur densité sont supérieures à celles de la masse enveloppante, et c'est au poids que l'on reconnaît les fragments détachés qui renferment le plus d'orbes. Enfin, ils se détachent très-difficilement.

La roche contient des grains assez nombreux de fer sulfuré; elle est de nature homogène. Les orbes n'apparaissent que sur un rocher de quelques mètres de surface qui surgit sur la pente d'un ravin; mais, comme on n'a jamais arraché les broussailles qui croissent au pied, il est téméraire d'affirmer, comme le font toutes les descriptions, que le phénomène des orbicules est restreint à la partie extérieure.

J. Reynaud a recueilli, près de Bogognano, un bloc roulé d'une diorite moins belle, dont les orbes sont simples et de petite dimension; il n'a pu en trouver le gisement.

Je crois que c'est à la même roche qu'il faut reporter l'un des échantillons de la collection de Barral (laves-oolithes, variété 7) qu'il décrit ainsi : pâte gris de fer; globules vert clair au centre, puis formés d'une zone blanche et d'une ligne périphérique vert foncé (trouvée au Niolo).

Enfin il existe au Muséum de Paris un échantillon d'une diorite plus belle que celle de Tallano, dont elle se distingue nettement par les caractères suivants : orbes moitié plus grands; zone double ou triple; une des lignes vertes large de deux millimètres. Il est à regretter que le gisement de cette belle pierre soit inconnu en Corse; voici comment le catalogue la désigne : dioritine orbiculaire de Corse, — collection de Drée.

A Serra, au N.-E. de Sainte-Lucie de Tallano, l'on rencontre, suivant M. Pareto, de la diorite souvent *décomposée globuleusement*, c'est-à-dire d'un aspect fort différent des pierres orbiculaires précédentes.

Il en est de même d'une amphibolite que j'ai trouvée près du Liamone, à dix kilomètres de Vico (route de Sari). On voit dans le granite désagrégé des bords du chemin des boules isolées d'un diamètre de 10 à 20 centimètres. Elles sont formées d'amphibolite très-dure et foncée vers le centre, mais se divisant, à la surface, en deux ou trois enveloppes concentriques plus fragiles.

Je passe aux porphyres et aux eurites, qui présentent en Corse des variétés globulaires, sur un grand nombre de points. J'ai d'abord recherché la roche que les notices des cartes géo-

graphiques désignent sous le nom de *granite orbiculaire du Fiume Orbo;* il ne m'a pas été possible, en Corse, d'en voir un spécimen, ni de m'en faire indiquer le gisement; ce n'est qu'à mon retour que j'en ai trouvé, dans l'ouvrage de Barral, la description que voici : « à l'endroit appelé Molinacio, entre « Luco et la Pieve di Nazza, sur le Fium eOrbo, il y a des mon- « tagnes très-considérables de serpentine, dans la masse des- « quelles il se trouve des *variolites* formant corps avec elles.— « La masse totale de ces montagnes de serpentine est formée, « dans certaines parties, de la réunion de gros blocs arrondis « et parfaitement adhérents les uns aux autres par une matière « plus fine qui les glutine. C'est dans cette matière que se « trouvent les globules variolites, *depuis le poing jusqu'à la « grosseur d'une noisette.* Ces globules *suivent très-exactement « toutes les sinuosités* des joints de ces gros blocs arrondis de « serpentine; ils sont d'un vert plus ou moins foncé par des « zones concentriques, striées comme leurs rayons, tandis que « la matière qui les contient est plus obscure et plus homo- « gène. Les globules, dans leur cours, se trouvent isolés ou « réunis, et *se pénètrent aux points de contact.* La réunion de « plusieurs globules se convertit souvent en une espèce de *ruban « festonné*, qui circule au milieu de ceux qui sont isolés, puis « il se désunit et redevient globule en tout ou en partie. J'ai « remarqué que ces globules étaient toujours isolés dans les « endroits où la réunion des masses serpentines était par « grandes courbes, et qu'au contraire, dans les rapproche- « ments plus immédiats et plus tortueux, les globules se réu- « nissaient. Quand *de petits noyaux de serpentine* se sont trouvés « entre les joints des grosses masses, ils *ont été enveloppés*, pa- « rallèlement à leur pourtour, par la matière des globules va- « riolites.

« Au milieu des joints, les globules variolites sont d'une « matière très-fine et d'une couleur tranchante; plus ils s'en « éloignent, plus *ils participent du fond qui les contient et avec « lequel les globules finissent par se confondre.*

« Les globules variolites, frappés avec l'acier, donnent des « étincelles, et je les crois de nature quartzeuse; le fond n'en « donne pas; l'un et l'autre sont inaccessibles aux acides ».

Quelle est cette roche, dont le gisement est aujourd'hui oublié, et que le vieil auteur décrit d'une façon si minutieuse? Les caractères que j'ai soulignés la séparent invinciblement des diorites orbiculaires, avec lesquelles elle paraîtrait d'abord

avoir quelque ressemblance. Il me paraît au contraire qu'elle se rapproche entièrement des porphyres variolites, et je crois qu'elle n'est autre chose qu'un mélaphyre à pâte fine, à nodules quartzifères, d'éruption postérieure ou concomitante de celle de la serpentine qu'elle enveloppe.

Des porphyres bien définis, globuleux, se rencontrent dans la Stretta (vallon) de Marzolino, appelée aussi, sur les cartes, Bocca di Marsalina, sur la route de Vico à Calvi, à trois lieues de cette dernière ville. Les échantillons de la collection d'Ajaccio sont à pâte violet clair, semée de nombreux globules violet foncé de la grosseur d'un pois. Barral possédait cinq variétés de porphyres du même endroit, à pâte grise, jaune ou rougeâtre, à globules toujours petits, rouges, violet foncé ou noirs, souvent confondus, et quelquefois striés.

Plus au sud, à Galeria, près du golfe, l'on rencontre un autre porphyre globuleux. Plus bas encore, aux environs du golfe de Girolata, la roche devient presqu'entièrement euritique, à pâte blanc jaunâtre, à globules de trois à cinquante millimètres de diamètre, ne se distinguant du fond que par leur centre, leur circonférence et leurs rayons de couleur brune (coll. d'Ajaccio). Toutes ces roches sont fort dures, et ne sont guère susceptibles de se désagréger ni de s'altérer.

Au sud-est de ce lieu, à Cuzzo, se trouve un porphyre plus facilement décomposable, à pâte grise, à orbes de plusieurs centimètres de diamètre, de même teinte que le fond, mais qui s'en détachent aisément (coll. d'Ajaccio).

Le Niolo renferme également beaucoup de porphyres globuleux. Barral en indique dix variétés à pâte grise, jaune ou violet clair, à globules petits, rouges, violets ou noirs, parfois réunis et parfois striés. Cet auteur en marque une autre à pâte grise, à globules rouges, feldspathiques, comme venant spécialement de la montagne de Baglia Orba. Je la crois différente de celle de la même localité, représentée dans l'ouvrage de M. l'abbé Galetti ; dans celle-ci, les orbes ont de un à trois centimètres de diamètre; ils sont régulièrement striés, ou plutôt formés de zones concentriques de cristaux, disposés comme les pétales étroits de certaines fleurs.

Barral indique encore un porphyre à fond ronge, à globules confondus, comme venant de Tiraguella; je n'ai pu retrouver cette localité.

Enfin J. Reynaud a signalé en ces termes une eurite globuleuse à Vico. « Le granite est traversé par une quantité de

« filons euritiques très-considérable, surtout dans la partie « septentrionale; près de Vico, on en rencontre quelques-uns « qui se délitent en boules juxtaposées, de diverses dimensions, « et donnent lieu à cette roche qu'on nomme pyroméride glo- « baire. »

Barral a recueilli aussi, dans le Niolo (1), cinq ou six variétés de jaspes (pétrosilex?) présentant des globules ou des rognons blancs ou rouges, ce qui pourrait les faire rentrer dans la catégorie des roches orbiculaires.

Je n'ai point à revenir sur la théorie de la formation de ces roches curieuses; elle est aujourd'hui connue, grâce aux patientes recherches de M. Delesse. On sait que ces accidents sont dus à une cristallisation effectuée autour d'un centre *et* gênée par la présence de certaines substances.

MINES ET EAUX MINÉRALES.

Gisements métallifères. — J'ai cru devoir grouper ici tout ce que l'on connaît aujourd'hui sur les gîtes métalliques de la Corse, non-seulement parce que cette recherche intéresse à un haut point l'avenir de ce pays, mais parce qu'elle mène à des résultats intéressants, au point de vue de l'alignement de ces gîtes.

Il résulte du rapport de M. Kovciarowitz, auquel j'emprunte en partie ce qui suit, qu'en 1865 il y avait en Corse onze mines métalliques concédées et exploitées.

L'antimoine sulfuré ou oxydé s'exploitait à Meria, Luri et Ersa, dans le cap Corse; le fer oxydulé, à Farinole; le plomb sulfuré, à l'Ile Rousse, à Argentella, près d'Orsipero et à Prato; le plomb et le cuivre, à Tartagine; le cuivre sulfuré à Linguizetta, Castifero et Ponte Leccia.

L'ancienne mine de plomb sulfuré de Barbaggio est aujourd'hui inexploitée; on a reconnu également la galène à Moncale, Calacuccia, Lozzi, Albertacci, Corscia, Casamaccioli et Calenzana où le minerai est argentifère, le fer oligiste ou oxydulé à Ota, Poggio, Venzolasca, Corte, Olmeta, dans la vallée de Chioni et près des golfes de Porto et Sagone, l'antimoine oxydé ou sulfuré à Valle d'Alesani et à Vico, l'arsenic sulfuré à Vico.

---

(1) Principalement dans un vallon appelé *valle dello Stagno*, où le même auteur signale des formations siliceuses intéressantes qui paraissent provenir d'un dépôt aqueux.

L'anthracite existe, paraît-il, sur la côte occidentale, à Osani; si cela est, les terrains primaires sont représentés en Corse. On a trouvé également du charbon minéral, probablement des lignites ou de la tourbe, à Evisa et Ota (arr. d'Ajaccio), et à Calacuccia, Albertacci, Casamaccioli, Corscia et Lozzi (arr. de Corte).

La plupart des gîtes que je viens d'indiquer ne sont probablement pas susceptibles d'une exploitation régulière; il est cependant regrettable que le défaut de communications et le peu de ressources du pays n'aient pas permis, dans la plupart des cas, de s'en assurer.

Ces recherches seraient d'autant plus faciles que les gîtes métallifères se trouvent réunis suivant des directions très-reconnaissables. Ces directions, parallèles entre elles, correspondent à celles des trois chaînes longitudinales de la Corse, qui commencent au nord, l'une par la Serra di Pigno (Ersa, Meria, Luri, Olmeta, Farinole, Barbaggio), la seconde par la Serra de Tenda (Castifao, Ponte-Leccia, Prato, Corscia, Corte, Valle d'Alesani, Linguizetta), la troisième par les montagnes de Frontagna (île Rousse, Calenzana, Tartagine, Lozzi, Albertacci, Casamaccioli, Vico). On peut constater ces trois alignements sur l'esquisse qui accompagne cette note; cette esquisse montre également que tous les gîtes métallifères se trouvent groupés dans la moitié nord de l'île.

Eaux minérales. — Les terrains granitiques éruptifs ou métamorphiques de la Corse donnent naissance à de nombreuses sources minérales, la plupart d'une température élevée. Je crois devoir les signaler rapidement, d'après le rapport étendu de M. Constantin James, en indiquant exactement leur situation et la nature des terrains d'où elles sortent.

Dans le Fiume Orbo, à Pietrapola, il se trouve une dizaine de sources sulfureuses d'une température de 32° à 58°; elles sont à peu de distance de la limite granitique, dans les terrains secondaires, et contiennent du sulfure de sodium, des sels alcalins, des chlorures et beaucoup de barégine.

A Puzzichello (arr. de Corte, canton de Vezzani, commune d'Antisanti), dans les terrains secondaires, surgissent deux sources sulfureuses, contenant de l'acide sulfhydrique libre, des sels de soude et de magnésie, beaucoup de barégine et une matière bitumineuse; ces eaux sont froides.

Guitera est à quatre kilomètres sud-ouest de Zicavo. On y a trouvé des sources sulfureuses chaudes; une seule est utilisée;

sa température est de 48°. « A quelques pas de là se trouve une « prairie où sourdent de tous côtés des courants d'eau sulfu- « reuse dont la température varie de 40° à 50°. Ces courants « communiquent au sol une chaleur telle que, pendant la sai- « son des foins, les faucheurs, dont l'habitude est de travailler « pieds nus, sont obligés de changer de place à chaque in- « stant.» Je ne crois pas que cette eau ait été encore analysée ; on sait seulement qu'elle contient et laisse déposer beaucoup de barégine; elle sort du granite.

Plusieurs sources sulfureuses, d'une température de 35°, se rencontrent à Caldaniccia (arrondissement d'Ajaccio, canton de Sarrola-Carcopine, commune de Mezzana); elles paraissent contenir de l'acide sulfhydrique libre.

Les bains de Guagno, qui ne se trouvent qu'à dix kilomètres de Vico, sont bien connus. Les eaux proviennent de deux sources qui renferment du sulfure de sodium, des sels de soude, de potasse et de chaux, de la silice et beaucoup de barégine. Elles surgissent du granite.

A Orezza se trouvent deux sources renommées, à la fois ferrugineuses et gazeuses; elles contiennent pour mille grammes d'eau :

0gr,128 de carbonate de fer.
1lit,248 d'acide carbonique.

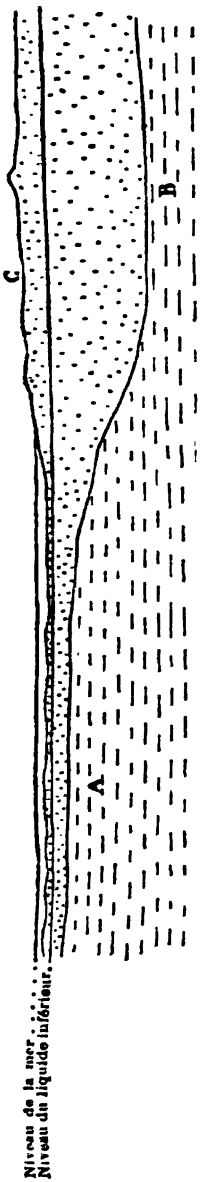
elles sont donc, sous les deux rapports, plus riches que les eaux de Spa, les plus chargées que l'on connût.

On signale encore des sources minérales à Baracci, à Saint-George et à Tallone. Je n'ai pu retrouver les deux premières localités; Tallone est dans l'arrondissement de Corte et le canton de Moita; les bains froids qui portent son nom se trouvent à trois lieues environ de la côte orientale.

La plupart de ces sources, surtout celles du Fiume-Orbo, de Guagno et d'Orezza sont très-abondantes, et leur richesse en principes minéraux les rend d'une grande efficacité; malheureusement il y a la mer à traverser pour s'y rendre, et cet obstacle empêchera qu'elles aient jamais la vogue des eaux d'Allemagne ou des Pyrénées.

Tels sont les documents géologiques que j'ai pu réunir sur la Corse. Puissent-ils contribuer à attirer sur cette contrée pleine d'intérêt celui de la science et de l'industrie! Je suis fermement convaincu qu'une grande partie de l'avenir de la Corse réside dans ses richesses minérales.

Le Secrétaire présente la note suivante de M. de Vignet :



Note sur une simple question de statique;
par M. de Vignet.

Les géologues de la génération présente ont, en général, abandonné le champ de la théorie pour rassembler patiemment le plus grand nombre possible d'observations, laissant à leurs successeurs le soin d'en tirer des conclusions. C'est certainement très-sage. Cependant, si, tout en cherchant des faits nouveaux, nous rencontrons sur notre chemin l'explication naturelle d'un groupe de faits parfaitement établis et incontestés, il doit nous être permis de l'enregistrer pour le soumettre à la discussion.

S'il y a, en fait de géologie, quelque chose d'établi et d'incontestable, ce sont certainement les propositions suivantes :

1° La terre est formée d'une matière minérale à l'état de fusion ignée, peut-être même avec l'intervention de l'eau à une température et à une pression très-élevées ;

2° Cette matière, en se refroidissant, a formé à la surface une couche solide de peu d'épaisseur ;

3° Quelques parties de la surface se sont élevées au-dessus du niveau général, tandis que d'autres se sont enfoncées et ont été recouvertes par les eaux ; puis les parties submergées se sont soulevées à leur tour, et ainsi de suite.

Or, pour que ces différentes parties, qu'on peut décomposer en prismes verticaux, puissent se tenir en équilibre à leurs altitudes respectives, il faut évidemment que, comme pour tous les corps flottants, le poids du liquide déplacé soit égal à celui du corps entier, en d'autres termes : que la partie émergée du prisme soit équivalente à l'augmentation de volume qu'il a éprouvée en passant de

l'état liquide à l'état solide. Comme cette augmentation est minime, la profondeur du prisme, au-dessous du niveau moyen liquide, sera un multiple très-élevé de sa hauteur au-dessus de ce même niveau. Cette disposition, analogue à celle de la glace flottant sur l'eau, est indiquée dans la coupe ci-contre, mais avec exagération de hauteur de la partie supérieure.

Cela posé, il s'agit de chercher les causes qui ont produit les oscillations de la couche solide. Il ne peut être question ici de l'accumulation des dépôts terrestres au fond de la mer; car ces dépôts auront bien pu, par un mouvement de bascule, exhausser les terrains déjà émergés, mais, par la même raison, ils auront été un obstacle à l'émission de nouveaux continents (1).

En étudiant la coupe idéale ci-dessus, on remarque que, dans la région A, placée au-dessous d'une mer, le liquide central se trouve très-rapproché de l'atmosphère terrestre, et doit, par conséquent, se refroidir plus rapidement que dans la région B, située sous un continent. Ce refroidissement est parfaitement accéléré par la présence de l'eau de la mer, dont l'évaporation, les courants et la circulation moléculaire verticale enlèvent au fond une quantité énorme de calorique. En se refroidissant le liquide de la région A se solidifie, diminue par conséquent de densité et soulève le fond de la mer, qui se répand alors sur les contrées voisines C. Sous cette surcharge, les masses continentales s'affaissent, et leur partie inférieure, replongée plus bas, se liquéfie au contact de couches liquides plus chaudes.

La lenteur avec laquelle le refroidissement se propage au travers des couches solidifiées, fait qu'il continue encore en dessous, lorsque sa cause principale, la présence de l'eau, a, depuis longtemps, cessé d'agir à la surface; de même, le mouvement ne recommencera en sens inverse, que lorsque le refroidissement, qui se produit sous les nouvelles mers, aura atteint le liquide intérieur.

Comme l'épaisseur de la couche solide augmente à chaque oscillation, le mouvement alternatif a dû évidemment se ralentir peu à peu et s'opérer sur de grandes surfaces, jusqu'à ce que la résistance de cette couche au passage du calorique et sa cohésion aient annulé tout mouvement appréciable, ce qui semble conforme aux résultats de l'observation.

---

(1) Pour simplifier, j'applique également ce nom aux îles d'une étendue importante.

Il ne faut pas perdre de vue que les épaisseurs dont il s'agit ici sont très-faibles en comparaison des surfaces. En effet, un plateau de 500 mètres de hauteur, ou une mer de même profondeur peuvent se représenter par une feuille de papier très-mince appliquée sur une sphère d'un mètre de diamètre.

En partant des mêmes principes, on explique facilement le plissement des couches stratifiées qui forment l'épaisseur de l'écorce terrestre, l'apparition des roches éruptives et les autres phénomènes du même genre; mais ici, les faits étant plus compliqués, les conclusions qu'on peut en tirer sont moins assurées. Je préfère donc m'arrêter à temps, pour éviter le terrain des hypothèses où il est facile de s'égarer. Pour qu'une théorie soit admise, il ne suffit pas qu'elle soit possible, ou même probable, il faut qu'elle soit nécessaire, c'est-à-dire qu'on puisse affirmer que les choses n'ont pas pu se passer autrement, ce qui n'est pas toujours facile à démontrer.

Étude du terrain stratifié dit Laurentien ou Antésilurien, dans l'Ariége et dans les autres parties des Pyrénées; par M. F. Garrigou (Pl. I). (a + back)

Depuis que les auteurs de la Carte géologique de la France ont indiqué dans le Nord-Ouest de la France des gneiss stratifiés inférieurs aux plus anciennes assises du terrain silurien, cet horizon nouveau de roches déposées dans le sein des mers primitives a été étudié dans diverses parties du globe. Le Dr Emmons, découvrant ce niveau géologique dans les États-Unis, lui donna le nom de *taconique;* les savants du « *Geological Survey,* » dans le Canada, le baptisèrent du nom de *laurentien;* sir R. Murchison en fit autant en Angleterre et en Écosse du terrain cumbrien, et M. Gümbel conserva le nom de laurentien aux couches antésiluriennes qu'il avait étudiées en Bavière et en Bohême avec M. Murchison.

Ce terrain de dépôt, originaire des premières phases géologiques de notre planète et de découverte si récente, existe dans les Pyrénées. C'est dans l'Ariége que je l'ai découvert, et ce n'est qu'après l'avoir soigneusement étudié dans mon département que j'ai entrepris de poursuivre ses couches dans le reste de la chaîne.

La série la plus complète de cet ensemble de roches, sur lesquelles repose le terrain silurien, nous a été donnée par les

géologues du Canada (1). Je rappellerai que, prenant le terrain silurien comme point de départ, ils ont cru devoir faire les divisions suivantes :

Silurien supérieur.
— inférieur.
Huronien.
Laurentien supérieur.
— inférieur.

Ces trois derniers terrains forment ce que ces géologues ont appelé le groupe de Québec.

Je donne aux couches que je vais décrire le nom de terrain Laurentien, pour des motifs faciles à comprendre ; j'ai pu, dans les vitrines du « *Geological Survey*, » à l'Exposition universelle, comparer les roches laurentiennes des Pyrénées avec celles du Canada. J'ai trouvé de tels rapports lithologiques entre les échantillons que j'avais apportés du midi de la France et ceux appartenant au laurentien des environs de Québec, que j'ai cru devoir conserver ce nom au terrain découvert dans les Pyrénées.

Avant d'entreprendre la description des couches laurentiennes, je crois utile de montrer, dans l'Ariége, l'existence du terrain silurien supérieur et du terrain silurien inférieur, comme base de ma démonstration.

Pour le premier, il n'y aura pas la moindre difficulté, puisque j'y ai découvert des fossiles (Saint-Genès, au-dessus du village de Celles), parmi lesquels les Orthocères et la *Cardiola interrupta*. Ce terrain silurien supérieur se compose d'alternances de schistes argileux, de brèches et de puissantes assises calcaires (2). Les principaux gîtes des minerais de fer de l'Ariége sont enclavés entre les couches calcaires de cette partie supérieure du silurien.

Le silurien inférieur existerait d'après M. J. François dans l'Ariége et dans les environs de la mine de Rancié, au N. du Sarradel et de Sistra; il y serait formé par des schistes ardoisiers, marchant dans un sens complétement différent de celui du terrain métallifère (silurien supérieur) de la vallée. Ces

(1) Qu'il me soit permis de remercier ici le Dr Sterry-Hunt, à l'obligeance duquel je dois les connaissances que j'ai pu acquérir sur le terrain à peu près inconnu à la description duquel il a largement participé pour le Canada.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXII, p. 508.

schistes ardoisiers, encore sans fossiles, forment une bande très-nette, facile à suivre pas à pas dans le département tout entier, jusque dans la Haute-Garonne, et complétement indépendante du terrain silurien supérieur partout reconnaissable à ses fossiles, à sa composition, à sa direction, et sous lequel il passe visiblement à Vic-de-Sos (Ariége).

D'une manière générale, le silurien inférieur des Pyrénées, schisteux, ardoisier, souvent calcaire, s'imprègne quelquefois de quartz dans sa partie supérieure pour fournir des schistes quartzeux; plus bas il devient efflorescent par suite de la décomposition des pyrites qu'il contient en abondance; il forme alors du beurre de montagne et contient quelquefois des macles; souvent on le voit devenir graphitique et quartzeux. Les schistes efflorescents persistant encore s'imprègnent complétement de quartz qui y forme des lentilles et des amas; ils prennent l'aspect rubané et forment alors un niveau ayant souvent plus de 50 mètres d'épaisseur, que j'ai pu suivre dans les Pyrénées, partout où ce terrain se montre, et avec des épaisseurs variables; au-dessus et au dessous de cette couche de schistes quartzeux existent des passages insensibles de ces schistes au micaschiste, au gneiss et au granite qui s'y trouve ainsi enclavé en couches; chose fort importante, il existe dans ces couches schisteuses du terrain silurien inférieur, vers le niveau des schistes rubanés, des masses épaisses de macles (andalousite), comme dans le terrain silurien inférieur du N. O. de la France. Enfin, les granites se dessinent au-dessous de ces alternances, et c'est au milieu de ces granites que se trouvent les terrains cumbrien et laurentien que je vais décrire.

Nous verrons en changeant de localités que le laurentien occupe toujours stratigraphiquement la place que je lui indique par rapport aux terrains supérieurs, c'est-à-dire que dans les Pyrénées ce laurentien est complétement enclavé au milieu des gneiss et des granites eux-mêmes parfaitement stratifiés.

Ariége. — Région d'Ax. — 1° Coupe N. N.-O. au S. S.-E. (Pl. 1, fig. 1). — *Silurien supérieur.* — Ce terrain n'est pas apparent à Ax même. Mais si l'on monte d'Ax à Prades par les Gouttines, on trouve, à la montée du port, des schistes carburés noirs, servant d'assise à des couches calcaires qui se développent un peu plus haut. Ces schistes occupent par rapport aux terrains inférieurs une place qui les assimile complétement aux schistes carburés de Luchon, rangés par les fossiles dans le silurien supérieur, comme nous le verrons plus loin. En allant

d'Ax au port de Pailhères, ces mêmes schistes carburés occupent la même position par rapport aux terrains inférieurs; de plus, ils sont surmontés ici par des calcaires dolomitiques visibles au port et à la descente vers Mijanés, de même que les schistes de Saint-Genès près de Celles et de Labat (pied N. des montagnes de Tabe) (schistes siluriens supérieurs avec *Cardiola interrupta*). Ces lambeaux du silurien supérieur reposent en stratification discordante (N. N.-E., plong. E. S.) sur le silurien inférieur que je vais décrire et qui marche O,12° N. avec un plongement N.

Silurien inférieur. — Si nous descendons de la serre de Vaychis et du plateau des Gouttines à Ax, après être parti d'Unac ou de Caussou, nous aurons constamment marché sur ce terrain. Sa partie supérieure plissée en fond de bateau à Unac est formée par des schistes ardoisiers plongeant N. contre les granites du centre de la chaîne, et plongeant S. contre les granites du Saint-Barthélemy; la direction moyenne de ces schistes est de O,10° à 12° N. En se rapprochant du granite de la chaîne centrale vers Ax, on trouve ces schistes passant au calcaire dont une mince couche est enclavée dans leur masse. Plus bas, les pyrites abondent, les schistes deviennent efflorescents, passent au quartzite en ruban, au micaschite, au gneiss, au granite. Cette dernière roche, avant de se dégager complétement à Ax, fournit plusieurs alternances dans cette dernière formation (Pontil, Ignaux, Carbounade, Rivelasse, Ascou, etc.). On peut les regarder comme appartenant à cette même époque silurienne, car elles marchent toujours à peu près O,12°N., le plongement restant aussi vers le N.

Si, d'Ax, abandonnant le silurien inférieur, nous franchissons les crêtes d'Entresserre par la métairie de ce nom et le chemin de la Roco-Roujo, pour aller dans la vallée d'Orlu, nous trouvons quelques alternances de schistes aluno-ferrugineux dans les masses de granite, et aussi quelques assises minces et parfaitement stratifiées d'une roche feldspathique, d'une sorte d'eurite; le granite lui-même apparaît complétement stratifié dans son ensemble. Les couches courent vers l'O,40°N. et le plongement est au N.-E. presque vertical. La plus épaisse couche de ces schistes aluno-ferrugineux, passant aussi au phyllade, forme la Roco-Roujo et le pic de Brasseil, ou dent d'Orlu (Pl. I, fig. 1), situé sur un plan plus à l'E.

Le pied des montagnes qui limitent au N. et au S. la vallée d'Orlu est formé par un granite souvent à grain assez grossier,

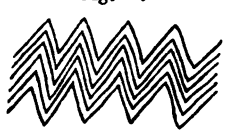
dur, compacte, à mica noir, quelquefois amygdaloïde, aspect qui provient de la présence de cristaux de feldspath blanc. Ce granite plonge sous les schistes phylladiens aluno-ferrugineux de Brasseil. Au-dessus des cascades d'Orlu, sur le versant N. E. du pic du Traou de l'Azé, à l'endroit dit *la Cloutade*, on trouve dans le granite de nouvelles alternances de schistes alumineux durs, passant au micaschiste, au gneiss et au granite ; on y voit des indices de roches ophitiques. Ces alternances se continuent jusqu'au *mountadou de la Tutado* où la stratification est des plus nettes, tant dans les calcaires que dans les roches granitiques. Ici les strates calcaires sont excessivement fines et comme cariées au voisinage du granite. A la *fount des Amarels* et dans les bas-fonds de cette localité les alternances abondent et sont très-quartzeuses. Il y a de véritables bancs d'un poudingue ou plutôt d'un conglomérat quartzeux avec quelques *très-rares* éléments calcaires.

En montant toujours on arrive au *Penel de Gnoles*. Là, les calcaires se dessinent assez abondants. Ils sont soit marno-quartzeux et compactes, soit cristallins saccharoïdes et durs. Le tout marche encore O, 40° N. avec un plongement N. E.

Sur plusieurs points, avant d'arriver au Penel de Gnoles, on a quelques contournements dans les schistes, les alternances et même les granites dont la direction oscille autour d'E. O., mais l'orientation générale est bien de O. 35° à O, 40° N., le plongement étant toujours au N. E.

Dans les parties que je viens de traverser, depuis les cascades d'Orlu, les plissements partiels sont tellement multipliés quelquefois qu'on a des points ainsi contournés. Ces contournements

Fig. 3.



et l'aspect physique des roches dans lesquelles les parties les plus dures font saillie se retrouvent sur plusieurs affleurements du même terrain : à Mercus (Ariége), au Pic du Midi de Bigorre, au col du Tourmalet, etc.

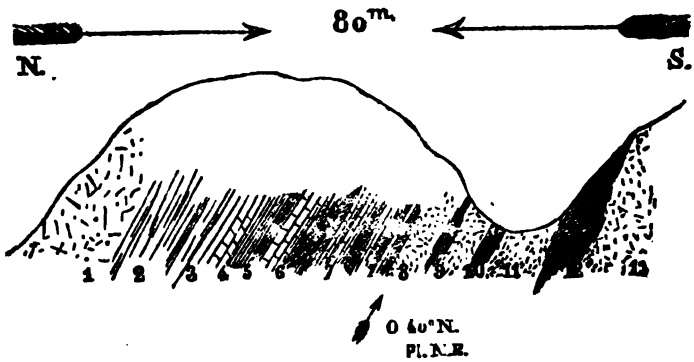
L'absence des éboulis et de la végétation m'a permis de voir au Penel de Gnoles la coupe suivante :

Allons du N. au S.

1. Granite à mica noir.
2. Gneiss.
3. Gneiss et roche talcqueuse.
4. Calcaire compacte et cristallin.
5. Schiste micacé et granite.
6. Calcaire marmoréen blanc.
7. Alternances de schistes, calcaires et granites, les premiers avec rognons de feldspath.
8. Granite avec passages au micaschiste et au schiste argileux.
9, 10, 11, 12. Alternances des roches précédentes dans le granite.
13. Granite.

Le tout sur une longueur de 80 mètres.

Fig. 4.



Direction exacte des couches, O. 40° N. Plongement au N. E. La masse des roches, formant les strates de la coupe précédente se prolonge à l'O. de manière à former le pic du Traou de l'Asé.

A l'Ouriot, au-dessus du Penel de Gnoles, le granite se dégage, toujours à mica noir à grain fin, quelquefois syénitique. Quand on a passé ce point, on trouve dans le granite des filons d'une pegmatite à mica blanc, avec grenats roses et tourmaline.

Souvent la roche en filon est une vraie roche feldspathique avec quartz et sans mica.

Depuis l'Ouriot jusqu'à l'entrée de l'étang de Naguilles se dressent verticalement des couches de granite à mica noir avec quelques alternances de micaschiste et de gneiss. On voit aussi avec ces roches diverses des bancs de pegmatite qui m'a semblé dépourvue de tourmaline. La direction de la base de ces dernières alternances est de E. O. avec un plongement N.

Dès qu'on arrive à l'entrée de l'étang on voit se dessiner une série d'alternances rappelant celles de Gnoles, seulement plus puissantes et accompagnées d'une épaisse formation de schistes feldspathiques très-durs, comme striés, passant à la phonolite et se terminant par une assise très-épaisse de schistes argileux, friables, gris bleu, se désagrégeant à l'air, contenant seulement à certains niveaux des macles, passant au micaschiste vers la base, puis au gneiss et au granite au S. du chemin conduisant verticalement de l'extrémité S. de l'étang de Naguilles aux crêtes O. Ce sentier s'appelle chemin du Couilladou d'Estanderou.

Le granite se dégageant à la base de tout l'ensemble que je viens de décrire est tout à fait différent de celui de la partie supérieure. Il est blanchâtre, à mica noir et blanc, se désagrégeant facilement et donnant un aspect gris blanc à tous les sommets de la région. Il se transforme facilement en kaolin.

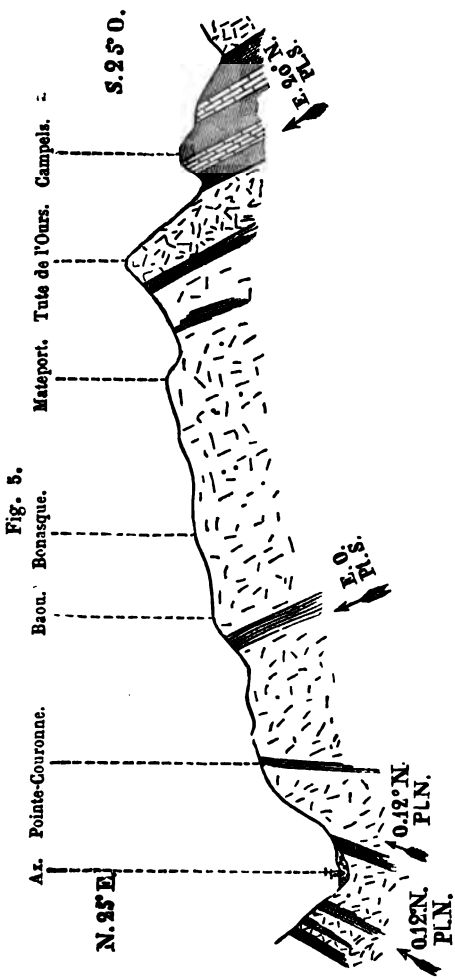
Tandis que l'ensemble des roches décrites depuis Entreserre, au sud d'Ax, jusqu'à l'Ouriot, avait une direction constante, celle de O. 40° N. avec un plongement N. E., les couches intragranitiques comprises entre l'Ouriot et les crêtes de Coumo d'Agnel ont une direction très-marquée de E. O. à E. 20° N., le plongement étant toujours au N. Il y a donc des différences notables quant aux époques de leur dépôt et de leur redressement, 1° entre le silurien inférieur, ou du moins les schistes que je crois appartenir à ce terrain, au nord d'Ax, 2° les alternances granitiques comprises entre Entreserre et l'Ouriot, 3° la formation stratifiée calcaire et schisteuse de Naguilles, entre l'Ouriot et Coumo d'Agnel. Je vais essayer de le montrer.

Pour cela nous allons suivre une coupe menée par Ax dans la direction N. 25° E., ainsi que le représente la figure 5, p. 104.

Cette coupe conduit directement vers le lac du Comté, situé au S. de la Tute de l'Ours, et passe sur ce pic.

Nous avons vu à Ax toutes les couches siluriennes alternant avec le granite plonger de la façon la plus régulière vers le N. avec une direction O. 12° N. Cette marche de la stratification peut se voir nettement encore au pied de la montagne de *Pointe-Couronne*, dans les micaschistes qui sont au-dessus de la métairie de M. Boyé. Mais, dès que l'on franchit le granite du versant N. de cette montagne, granite à mica noir, dur, compacte, résistant, on rencontre un granite friable à mica blanc, à larges cristaux, se transformant presque partout en kaolin. Ce

granite rappelle de suite celui des sommets du S. de Naguilles. Le kaolin est assez abondant ici aussi pour donner une couleur blanche à tous les éboulis, surtout à ceux qui sont ravinés par la pluie ou par les bois qu'on fait glisser du haut de la montagne. Un fait des plus curieux, c'est de voir, au lieu dit Baou, au-dessus de Pointe-Couronne, le granite stratifié marcher à peu près E. O. et plonger franchement de 45° au S. De Baou jusqu'à la Tute de l'Ours la végétation ne permet pas de voir partout la roche ; cependant il est possible de reconnaître au-dessus de la seconde Bazerque et au pied du plateau de Bonasque des roches feldspathiques et quartzeuses stratifiées, plongeant aussi au S. Au Saquet on voit quelques alternances de gneiss et de micaschistes dans les granites. Enfin, au pied S. de la Tute de l'Ours, apparaissent à Campels des alternances rappelant exactement celles de Naguilles renversées. Elles marchent E. 20° N. et plongent au S. comme le reste de la formation ; plus loin, le granite les recouvre et occupe les crêtes élevées et les pics d'Albe, de Castille, etc.



Coupe N., 20° O. S., 20° E. Entre la coupe passant par

Naguilles et Ax et celle que je viens de mener par Ax et la Tute de l'Ours, je pourrais en conduire une troisième N. 20° O. passant par le village de Petches, le Liata, le col de Joux, celui de Surle, le lac d'Aiguelongue, qui aurait montré les mêmes assises de la formation intra-granitique, marchant E. 10° à 15° N., avec un plongement S., tandis que les couches d'Ax, que je rapporte au silurien inférieur, conservent toujours leur plongement N. et la direction O. 12° N.

Ainsi nous aurions sur ces points un renversement des couches intra-granitiques. Les granites de la base se montrent au N., tandis qu'à Naguilles ils se montrent au S.

Il reste donc évident pour moi que les masses stratifiées, schisteuses, avec granite à la base, au N. d'Ax, ayant une *direction constante* O. 12° N. et un *plongement* constant au N., ne datent pas de la même époque géologique que les granites et les alternances intra-granitiques situées au S. de la même localité (Ax), puisque ces dernières formations ont, l'une une *stratification dirigée* E. 10° à 20° N., avec un plongement tantôt N., tantôt S., l'autre, une direction O. 40° N. avec un plongement au N.

J'ai donc raison de donner à ces terrains le nom de terrains antésiluriens ou de laurentiens. Je discuterai plus loin la place que leur assignent les directions de leurs strates étudiées d'après le système des montagnes de M. Élie de Beaumont.

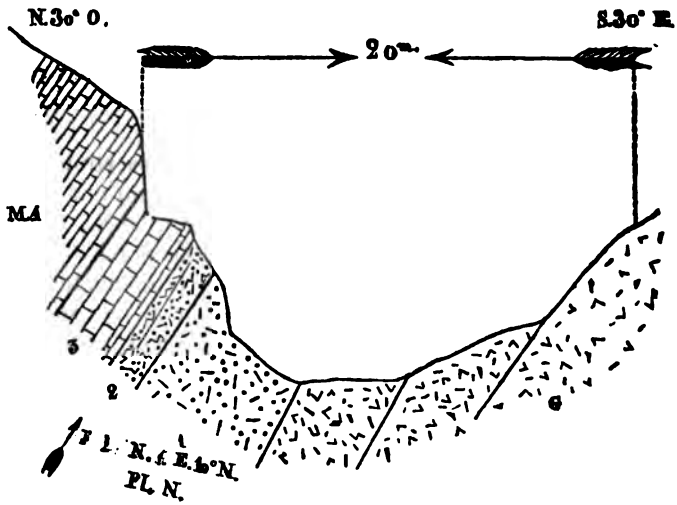
Région de Tarascon. — Pour retrouver ici le terrain silurien, il faut entrer dans la vallée de Celles et monter le flanc N. des montagnes de Tabes. Là, à la métairie de Saint-Genès, ainsi que sur les bords de la route de Foix, à la roche de Saint-Antoine, j'ai, le premier (1), trouvé des Orthocères accompagnés de divers autres fossiles et surtout de la *Cardiola interrupta.* Au-dessous de ces assises, rien n'a pu me faire encore soupçonner la présence du terrain silurien inférieur; le supérieur seul est visible et s'appuie directement contre le granite. C'est dans ce granite parfaitement stratifié, contenant avec des gneiss des couches de roches feldspathiques complétement décomposées et donnant lieu à des exploitations de kaolin, que se trouvent les alternances de calcaire, de schiste, de granite que je vais décrire. Pour avoir un ensemble bien net il faut avoir deux coupes : l'une (fig. 6), prise dans le lieu dit Clot de Labarthe, au sud du village de Mercus, sur la rive droite de l'Ariége, 4 kilomètres en aval de Tarascon, l'autre, (fig. 7), entre les

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXII.

villages d'Arignac et d'Amplaing, sur la rive gauche du même cours d'eau, presque en face de Mercus, au N. de la métairie du Radel d'Ussat.

Fig. 6.

Clot de Labarthe.



Coupe (fig. 6) du Clot de Labarthe. — Elle montre le contact inférieur du calcaire et du granite.

1. Gneiss et granite désagrégés se continuant au S. par G, granite à mica noir et blanc, à tourmaline, dur, résistant, quelquefois décomposé, syénitique.
2. Contact immédiat du calcaire et du granite. Ces deux roches sont unies l'une à l'autre sans que le moindre phénomène d'éruption soit visible; le calcaire est légèrement cristallin, dur, gris, à cassure un peu esquilleuse. Le granite au voisinage de la ligne d'union avec le calcaire fait une légère effervescence.
3. Couche de 0m,50 à 0m,60 de calcaire amphibolique.

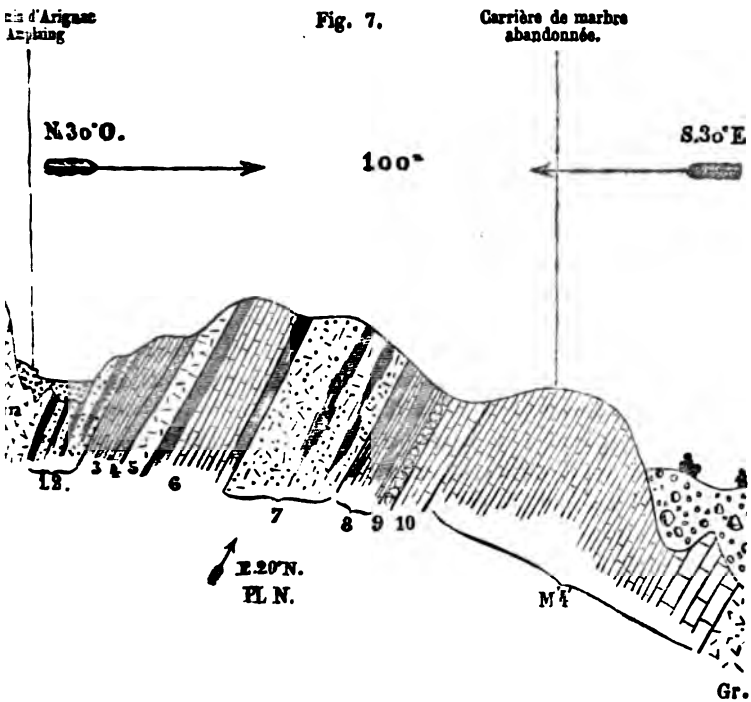
M. 4. Calcaire marmoréen, avec pyrite de fer, et mica rosé, quelquefois bronzé. Ce calcaire a été exploité pendant quelque temps comme marbre, mais son inégalité l'a fait abandonner; on l'emploie comme pierre de taille. C'est cette couche que nous allons retrouver dans la coupe suivante, et dont nous n'aurions pas pu voir en ce second point le contact détaillé avec le granite. La direction des couches est de E. 10° à 15° N., et le plongement au N.

Coupe (fig. 7) entre Arignac et Amplaing. — Gr. Granite à grain moyen, syénitique.

1, 2. Alternances de granite, de gneiss, d'épidote *en couche*, le tout donnant lieu parfois à une stratification très-fine.

3. Calcaire roussâtre, dur, grossièrement cristallin, finement stratifié, à cassure raboteuse, alternant avec un calcaire de même espèce, plus friable, avec mica noir.

Fig. 7.



4. Granite à grain fin et légèrement effervescent, immédiatement en contact avec un calcaire pareil au précédent.

5. Épaisseur de 4 à 5 mètres de granite.

6. Alternances de calcaire blanc, grossier, cristallin, dur, de calcaire gréseux roussâtre, de calcaire marmoréen blanc, avec quelques lits de gneiss à mica jaune.

7. Alternances de granite et de gneiss avec épidote.

8. Alternances de calcaire et de gneiss légèrement effervescent avec feuillets de micaschiste.

9. Calcaire blanc, cristallin, grossier, passant à la base à une roche ophitique.

10. Alternances de calcaires de compacités différentes.

11. Épaisseur de plus de 30 mètres du même calcaire que celui indiqué dans la coupe précédente par M4.

Gr. Granite, dont le contact détaillé avec le calcaire est aussi donné dans la coupe précédente.

Tout cet ensemble marche parfaitement E.20°N. et plonge au N.

En poursuivant cette bande d'alternances intra-granitiques vers l'E., on la voit passer avec les granites sous le silurien supérieur de Celles. En la suivant vers le S. on la voit finir à Arignac, non loin des couches de gypse triasique et des calcaires jurassiques de la montagne de Soudour. La terre végétale et les alluvions empêchent de voir directement ces alternances s'enfoncer sous les terrains secondaires.

La couche 3 de la dernière coupe, étudiée au-dessus de Mercus, immédiatement au N. de la carrière, sur le Clot de Labarthe, et dans le chemin qui la contourne, m'a permis d'y reconnaître l'existence du fossile aujourd'hui si contesté, l'*Eoozoon canadense*. J'y ai recueilli des échantillons semblables à ceux que le docteur Sterry Hunt a eu l'obligeance de me donner.

Si de Mercus on se dirige vers Croquié, village situé au S. E. de la coupe du Clot de Labarthe, on voit dans le chemin, au lieu dit le Prat del Saout, après avoir traversé une énorme série de gneiss et de granites parfaitement stratifiés marchant E. 30° N. environ, une sorte de granite ophitique à grains fins, des couches alternantes de granite et de gneiss porphyroïde à cristaux de feldspath, rappelant ceux des environs d'Ax; plus loin le granite apparaît de nouveau avec des cristaux d'amphibole. De quelque côté qu'on se tourne aux environs de Mercus, de Jarnat et de Croquié, on marche constamment sur des roches gneissiques et granitiques plus ou moins décomposées, et dont l'orientation moyenne de la stratification se rapproche beaucoup de l'E. 20° N.

En suivant plus au N. la rive gauche de l'Ariége jusqu'à Foix on trouve encore enclavée dans le granite une bande schisteuse avec fer spathique exploité, marchant E. quelques degrés N., faisant partie du système d'alternances que j'étudie.

Il est donc parfaitement exact de dire qu'il existe dans l'Ariége, au milieu des granites, enclavées dans ceux-ci et alternant avec eux, des masses calcaires et schisteuses, passant sous les terrains silurien supérieur et inférieur, par conséquent plus anciennes que ces terrains.

Haute-Garonne. — Région de Luchon. *Silurien supérieur.* Il

occupe aux environs de Luchon (1) la montagne de Cazaril, le fond de la vallée de Larboust, passe derrière Superbagnères, dans le vallon de Gourom, et disparaît là sous des couches plus récentes. Il est composé des schistes carburés noirs avec macles blanches, dans lesquels on a découvert l'*Ogygia Edwardsi*, de calcaires marmoréens avec Encrines et Orthocères (*O. bohemica*), de grauwackes et de schistes en partie ardoisiers.

Silurien inférieur. — « Il est très-développé dans la vallée de la Pique, au-dessus de Luchon. Ces schistes occupent notamment presque tout l'espace compris entre cette vallée et celle du Lys, et prennent des macles au voisinage du granite. » « Ce système, » dit M. Hébert (2), « inférieur aux schistes carburés dans lesquels se rencontrent les fossiles du silurien supérieur, est classé par M. Leymerie dans le silurien inférieur. Ce rapprochement nous paraît d'autant mieux fondé, que les phyllades à filons de quartz nous ont rappelé de la manière la plus frappante les roches de Laifour sur la Meuse et de Spa, aussi bien que celles de ponts de Cé, auprès d'Angers, qui forment la base des ardoises à trilobites. »

Quand on s'est donné la peine de visiter Ax et Luchon, il est impossible de méconnaître la grande ressemblance des terrains qui avoisinent les sources avec ceux d'Ax. Ainsi, dès 1863, j'avais reconnu avec mon ami regretté Louis Martin, que le silurien inférieur d'Ax et les granites au voisinage des sources étaient à peu près identiques avec ceux de Luchon (3) : mêmes schistes ardoisiers avec efflorescences aluno-ferrugineuses, mêmes infiltrations de quartz, mêmes transformations quartzeuses gneissiques et granitiques à la base du système, mêmes macles noires au voisinage du granite.

Il reste donc bien démontré pour moi, d'après MM. Leymerie, Hébert, Louis Martin, et aussi d'après mes propres recherches, que le silurien inférieur existe à Luchon tout aussi bien qu'à Ax.

---

(1) *Bull. Soc. géol.* Réunion extraordinaire à Saint-Gaudens, p. 1139, t. XIX, 1862.

(2) *Bull. Soc. géol.* Réunion extraordinaire à Saint-Gaudens, p. 1143, t. XIX, 1862.

(3) *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, séance du 29 août 1864.

C'est sous ce silurien inférieur que paraît un granite assez feldspathique, avec tourmaline, dans lequel sont enclavées à divers niveaux des couches de calcaire amphibolique parfaitement stratifiées. Telles sont les couches dans les micaschistes et les gneiss au S. de la gorge de Burbe, dans la vallée de Luchon, et celles enclavées dans les schistes micacés de la gorge de Médasoles, dans la vallée de Larboust. Charpentier (1) cite aussi un gisement de calcaire enclavé dans le granite, sur le versant méridional du port d'Oo. Ce calcaire est grenu et à très-gros grains. Plus haut, dans la même montagne, et toujours enclavé dans le granite, il indique un autre gisement de calcaire contenant des grenats, de l'épidote, de l'amphibole et du graphite.

Ces calcaires que Charpentier déclare *ne pas appartenir à des filons*, mais bien être stratifiés, sont rapportables d'après moi à ceux de Mercus et d'Arignac, près de Tarascon (Ariége), et appartiennent au terrain granitique avec alternances, inférieur au terrain silurien inférieur, c'est-à-dire au terrain laurentien.

Hautes-Pyrénées. — Silurien supérieur. Je possède une empreinte de trilobite à peu près indéterminable, venant des schistes carburés de Gazost, où l'on voit aussi dans quelques fragments épais des restes d'Encrines, d'Orthocères, d'Orthis, et très-probablement de *Cardiola interrupta*. Ces schistes, qui sont supérieurs à ceux de Labassère, appartiennent suivant toute apparence au silurien supérieur.

Silurien inférieur. — Les schistes de Labassère ont complétement l'aspect des schistes ardoisiers de la Haute-Garonne et de l'Ariége. Je ne serais pas éloigné de les placer dans le silurien inférieur. En les poursuivant vers les crêtes du sud, nous les voyons recouverts, surtout aux bords des crêtes E. de la vallée d'Argelès, par des calcaires à Goniatites et des marbres griottes dévoniens.

Quand on monte au pic du midi de Bigorre, par le versant N., après avoir dépassé Campan et Lesponne, on voit se dégager sous les terrains silurien et dévonien que je viens de signaler des couches d'un aspect tout particulier et qui méritent notre attention. Pour les étudier avec soin, au lieu de descendre du pic du midi vers Baréges, nous étudierons la composition des

(1) *Essai sur la constitution des Pyrénées*, 1823, p. 144.

couches, à partir du Néouvielle, jusqu'au sommet du pic du Midi. Nous allons donc suivre une coupe N. 5° E., S. 5° O., passant par les deux points culminants que je viens de nommer.

Dans les masses granitiques du Néouvielle, au S. (Pl. I, fig. 2), on rencontre à divers niveaux des bandes de roches amphiboliques et feldspathiques, aux environs desquelles le granite fondamental à grains fins et à mica noir passe à la syénite pour reprendre son état de granite, loin des couches citées, qui plongent au N. En descendant dans les petites vallées situées au pied de ce pic, celles de Kaous ou Cot d'Espade, de Campana de Labach, d'Éredlitz, d'Izé, on trouve des transformations de roches on ne peut plus curieuses. Nous allons les étudier dans la vallée de Labat de Labach, au pied du Campana de Labach. Là, les alternances de granite, de syénite, de roches amphiboliques sont très-abondantes. Dans ces alternances, les amphibolites renferment de l'axinite, soit en cristaux, soit en roche, et même en couche; en descendant on voit les alternances de syénite et de feldspath avec amphibole se produire de nouveau, et les roches passent insensiblement de l'une à l'autre. La syénite forme ensuite une nouvelle bande, passe de nouveau à des roches feldspathiques, siliceuses, qui finissent par devenir amphiboliques et se transforment en un porphyre, tantôt à pâte feldspathique blanche et à cristaux verts d'amphibole, tantôt à pâte amphibolique verte et à cristaux blancs de feldspath. Puis viennent des schistes dont on voit la transformation successive en roche amphibolique et en asbeste, et qui souvent calcaires deviennent souvent siliceux et passent à la lydienne. Dans ces roches calcaires et siliceuses sont disséminés des grenats grossulaires et pyrénaïques (noirs), de la stilbite, du quartz cristallisé et coloré souvent en vert par de l'amphibole. Les surfaces des couches présentent des saillies vermiformes, dont la nature purement minérale me semble douteuse ; je ne serais pas éloigné de croire qu'un animal, peut-être un polypier, ait offert à la substance du grenat pyrénaïque de quoi former un exemple d'épigénie. La phonolite abonde au front N. du pic de Kaous d'Espade et forme des couches parfaitement stratifiées.

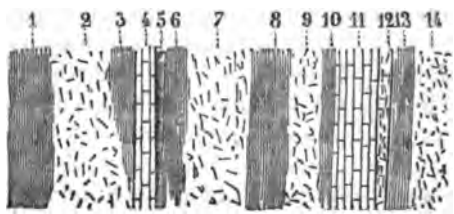
Cet ensemble de couches stratifiées, mais portant de profondes empreintes de métamorphisme, marche très-régulièrement E. 15° à 20° N., et plonge au N.

Dans le fond de la vallée, au-dessous du col du Tourmalet, les

couches ne sont plus aussi métamorphiques; elles se composent, ainsi qu'on le voit nettement sur la crête au S. du col, d'alternances de schistes et de roches plus dures, appartenant aux variétés que j'ai décrites; bientôt sous le col elles ont subi une série de plissements qui les ont redressées finalement d'une façon verticale, en produisant une faille sensible depuis Baréges. On peut voir ces plissements sur les parois du ravin à pic au fond duquel se brise le ruisseau d'Oncet. Ici les couches marchent E. 19° N. Les schistes deviennent en ce point graphiteux, noirs; ils renferment aussi des couches peu épaisses de calcaire et des schistes argilo-quartzeux. Cette formation est traversée par de nombreux filons remplis, les uns par de la chaux carbonatée, cristalline, parfaitement blanche, les autres par des quartz laiteux; ces deux substances sont colorées en vert sur quelques points par une matière chloritée.

Dans les ravins situés au-dessous des cabanes de Toue, les transformations des schistes argilo-quartzeux sont très-curieuses. Sur un espace de quelques mètres j'ai pu voir (fig. 8)

Fig. 8.



1. Le schiste argileux passer au
2. Granite à grain fin, passant lui-même au
3. Schiste argileux se transformant en
4. Calcaire argileux compacte, puis en
5. Asbeste, avant de redevenir
6. Schiste argileux, qui se transforme en
7. Granite repassant au même
8. Schiste argileux, puis au
9. Granite encore; puis de nouveau au
10. Schiste, qui passe à son tour au
11. Calcaire, se transformant, par une légère bande de schiste en
12. Granite; celui-ci passe de nouveau au
13. Schiste argileux, qui, à son tour, se transforme en
14. Granite, etc., etc.

En poussant vers le N. jusqu'aux cabanes de Toue, on voit

apparaître des schistes graphiteux noirs, puis la terre végétale empêche de suivre la succession des couches jusqu'à 40 mètres au-dessus des cabanes. Ici commence la succession suivante, (Pl. 1, fig. 9.)

3. Calcaire blanc cristallin chlorité.
4. Schiste siliceux, puis calcaire.
5. Calcaire compacte, surmonté d'une
6. Couche de roche amphibolique avec quartz laiteux.
7. Calcaire blanc, saccharoïde, désagrégé à la surface, passant à la partie supérieure à un calcaire blanc, plus compacte, cristallin.
8. Schiste rubané par du spath et du quartz; il passe au phyllade et contient de l'asbeste.
9. Nouvelle bande de roche serpentineuse avec quartz. On voit le schiste précédent passer d'une manière insensible à une roche serpentineuse. Il y a plusieurs alternances de ces deux roches, qui deviennent parfois calcaires.

   En approchant du premier petit plateau au-dessus des cabanes de Toue, on trouve de vrais bancs de quartz laiteux.

10. Schiste siliceux, avec passage au calcaire et à des roches serpentineuses, immédiatement au-dessus du petit plateau. Les schistes contiennent des cristaux d'amphibole verte et passent insensiblement à une brèche compacte (*b*), au milieu de laquelle est une couche serpentineuse. Cette brèche se confond de nouveau avec des
11. Schistes argileux devenant parfois calcaires et talcqueux, et même schistes calcaires et ferrugineux, passant à une nouvelle bande de brèche.
12. Alternances de schistes calcaires rubanés et ferrugineux, avec brèche sur quelques points. Au-dessus est une bande de calcaire serpentineux avec bande de porphyre feldspathique.
13. Autres alternances de schistes passant à l'asbeste, de calcaires et de schistes ferrugineux; au-dessus est une couche de schistes noirs satinés.
14. Grande épaisseur de calcaire rubané par du spath.
15. Alternances de schistes variables de calcaire et de la même roche feldspathique que précédemment.
16. Schistes calcaires finement feuilletés, passant sur certains points à une roche amphibolique. Au-dessus sont des calcaires passant encore à des roches talcqueuses.

   On arrive avec ces couches au col d'Oncet. La stratification a oscillé jusqu'en ce point entre E.O. et E,20° N. Pl. N.

Entre le col d'Oncet et le lac de ce nom, les couches marchent dans la même direction et se composent d'une série d'alternances de roches serpentineuses, de schistes satinés avec passage à un porphyre feldspathique. On y voit aussi des masses de macles (Pl. 1, fig. 10).

En montant de la plaine d'Oncet à l'hôtellerie du pic du Midi, le long du flanc de la montagne d'Arize, au-dessus et à l'E. du lac d'Oncet, on trouve le long du chemin des roches granitiques assez nombreuses, avec passage au micaschiste et au granite avec tourmaline, les bandes de granite alternant avec des couches de roches amphiboliques et feldspathiques. Ces couches sont verticales jusqu'à l'axe du col de Sencours.

Là, on voit les traces d'une faille, qui a porté sous l'hôtellerie les couches que nous venons de suivre au-dessus du lac d'Oncet. Sous l'hôtellerie, les couches qui plongeaient verticalement plongent de nouveau au N., jusqu'au sommet du pic du Midi, et marchent toujours E. 20° N.

Continuant notre coupe vers le sommet du pic, nous trouvons les couches α et β au côté S. de la faille rapportées en α et β' sur la lèvre N. Il y a aussi avant l'hôtellerie des schistes noirs graphiteux. Sous l'hôtellerie sont : des schistes passant au schiste asbestique et à une roche amphibolique, avec des calcaires. Puis en

α'. Une bande de granite à tourmaline. En montant, ensuite vers le sommet du pic, on a

A. Des schistes cristallins passant au calcaire.

B. Une nouvelle couche de granite à tourmaline.

C. Des schistes calcaires et siliceux avec bandes de calcaire cristallin contenant en abondance des pyrites.

D. Une nouvelle couche de granite à tourmaline, dont on voit le passage au schiste argileux par l'intermédiaire de micaschiste et de gneiss (1).

E. Schiste ferrugineux et calcaire.

F. Nouvelle couche de granite.

G. Large bande schisteuse passant à des roches amphiboliques, à des roches feldspathiques et siliceuses, ainsi qu'au micaschiste, dans le voisinage du granite.

H. Calcaire gris cristallin alternant avec un calcaire commun. Ce calcaire, par des passages insensibles, se transforme en schiste argileux micacé passant au micaschiste et contenant parfois des macles; avec cela existent : des alternances de calcaire cristallin avec porphyre amphibolique et micaschiste, une bande d'une sorte d'eurite, surmontée de schistes avec calcaire serpentineux et cristallin, avec des alternances de calcaire et de roche amphibolique.

I. Schiste passant au micaschiste et se continuant jusqu'au sommet du pic.

---

(1) Ramond et Charpentier avaient déjà signalé ce granite; le premier le regardait comme formant de véritables couches dans les schistes micacés.

De très-nombreux plans de laminage ont formé comme une vraie stratification plongeant au sud; du quartz grossier remplit les interstices de ces plans de laminage en y formant des contours de toute sorte. Si l'on n'y prenait garde, on pourrait prendre cela pour la stratification; c'est ce qui m'est arrivé la première fois que j'ai vu ces couches.

L'axe des couches redressées du pic du Midi est, comme tout le reste, dirigé de E. O. à E. 20° N.; ces couches conservent leur plongement naturel au N.

Cet ensemble va passer sous les terrains de transition au S. de Lesponne et de Campan, et par conséquent est plus ancien que ces terrains (1).

Nous venons de voir les couches stratifiées, calcaires, schisteuses et serpentineuses, enclavées entre le granite du Néouvielle et celui du pic du Midi. Elles se comportent donc comme celles de la Haute-Garonne et de l'Ariége.

Basses-Pyrénées. — Je n'entreprendrai pas de démontrer dans ce département l'existence des terrains siluriens supérieur et inférieur. Il faudrait pour en trouver quelques lambeaux nous reporter sur des points peu étudiés encore, et dont les terrains n'ont pu être complétement classés. Je me contenterai de rappeler qu'il existe dans les granites du pays basque surtout des calcaires enclavés, comme les précédents, dans ces couches *dites* de granite éruptif. Charpentier (2) indique cette bande qu'il décrit avec une exactitude remarquable. J'ai moi-même suivi cette longue bande si curieuse après les séances de la société à Bayonne, en 1866, et j'avoue que la meilleure description à en donner est encore aujourd'hui celle de Charpentier; il n'y a rien à y retoucher. J'ajouterai seulement que sur certains points de cette longue bande, et principalement au S. du village d'Itzassou (où les géologues sont certains de trouver chez M. Gindre l'accueil le plus cordial et les indications géologiques les plus sûres et les plus précises) on rencontre des parties du calcaire dans lequel semblent se dessiner les formes de l'*Eozoon canadense*. Voici, du reste, une courte description de ce calcaire.

---

(1) Je joindrai à ces observations, qui me sont personnelles, celles de Charpentier et de Palassou (*loc. cit.*, p. 146), qui indiquent dans cette région pyrénéenne deux couches de calcaire enclavées dans le granite : l'une à 150 pas au-dessus de Gèdre, sur le chemin de Gavarnie, l'autre tout près et à l'O. de Gavarnie.

(2) *Loc. cit.*, p. 146.

Il est compacte, à cassure variable, quelquefois dégageant, après qu'on l'a cassé, une odeur d'hydrogène sulfuré, accompagné de graphite, de mica vert, de talc, d'amphibole, renfermant quelquefois entre ses couches des granites et des gneiss déposés comme lui.

Charpentier y indique de la chaux fluatée, que je n'ai pu y reconnaître sur les points que j'ai parcourus, ainsi que de l'hématite rouge et du mica blanc visibles entre Itzassou et le pas de Rolland.

La direction de cette couche est ici un peu différente de celle des précédentes ; elle marche O., quelques degrés au N. et plonge au N., comme les autres. Elle est comprise dans les granites kaolinisés.

Résumé des descriptions précédentes. — Il résulte des faits que je viens de passer en revue : 1° que le terrain silurien supérieur existe avec fossiles dans l'Ariége, la Haute-Garonne et les Hautes-Pyrénées. Sa direction dans l'Ariége est de E. 35° N. exactement.

2° Qu'un terrain, encore sans fossiles, composé à peu près de mêmes éléments dans les divers points des Pyrénées que je viens d'étudier, passe sous le silurien supérieur d'une manière visible et notable dans l'Ariége et la Haute-Garonne. Ce terrain, ardoisier à la partie supérieure et presque sans calcaire, renferme des schistes alumineux efflorescents avec niveau constant de macles dans le voisinage des points, où, se rapprochant du granite, il devient quartzeux, passe au micaschiste, au gneiss, au granite lui-même, avec lequel il a quelques alternances. Sa direction est dans l'Ariége de O. 12° N., son plongement au N. On peut le considérer comme constituant le silurien inférieur.

3° Que ce terrain silurien inférieur repose sur un granite à mica noir, compacte, non désagrégé, contenant peu de tourmaline, alternant avec des couches de schiste alumineux légèrement efflorescent, avec des couches de calcaire dirigées comme tout l'ensemble (Ariége) O. 40° N., ayant un plongement N. Le granite fondamental de cette formation n'est pas non plus kaolinisé et contient peu de tourmaline à la partie supérieure, davantage à la base.

4° A ces couches calcaires et granitiques en succède une nouvelle série, orientée dans l'Ariége, dans la Haute-Garonne et dans les Hautes-Pyrénées E.-O. à E. 20° N., avec plongement à peu près constant au N. Ces couches alternantes commen-

cent par des granites qui se kaolinisent et renferment de la tourmaline en quantité notable, ainsi que des grenats et divers autres minéraux. Elles se terminent par un granite grossier qui se désagrége aussi très-facilement et donne lieu à des kaolins; la tourmaline y est assez abondante, ainsi que les roches amphiboliques et la syénite.

5° La direction moyenne résultant des diverses observations que j'ai pu recueillir dans cette dernière formation géologique est de E. 15° à 16° N., le plongement restant également au N.

Discussion des directions E. 16° N., et O. 40° N., pour établir l'âge des terrains qu'elles affectent.

Nous avons vu que les terrains que je décris ont dans la série des couches connues et classées une place excessivement ancienne; ils sont à la base des terrains de transition. Cherchons à nous rendre compte de leur âge au moyen du système des montagnes de M. Élie de Beaumont.

Parmi les terrains décrits par les auteurs de la Carte géologique de la France, ceux du côté O. de la Bretagne me semblent être les plus semblables aux couches intra-granitiques d'Ax et de Naguilles. La lecture seule des détails stratigraphiques donnés soit par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, soit par Puillon-Boblaye (1), soit par M. L. Frapolli (2), soit encore par M. Lefébure de Fourcy (3), etc., permet de conclure à l'existence, au-dessous de la base du terrain silurien, d'un autre terrain, tout aussi bien stratifié que le silurien, paraissant se rapprocher beaucoup de celui des Pyrénées.

Je dirai d'abord que la direction E. 21° N. rapportée par M. Élie de Beaumont au système du Finistère n'est autre que la direction E. 16° N. que je trouve dans les couches les plus anciennes des terrains intra-granitiques des Pyrénées. En effet la direction de ce système du Finistère, rapportée par M. Élie de Beaumont lui-même « dans un point de la partie méridionale « du département de l'Ariége situé par 42° 40' de latitude N., « et par 1° de longitude O. de Paris, en calculant *l'excès sphé-* « *rique*, comme si Brest se trouvait sur le *grand cercle de com-* « *paraison* du système, se réduit à E. 17° N. » La différence de

(1) *Essai sur la configuration et la constitution géologique de la Bretagne. Mém. du Mus. d'hist. nat.*, 1827, t. XV.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., t. II.

(3) *Description géologique du département du Finistère.*

un degré entre la moyenne de mes résultats et le nombre donné par M. Élie de Beaumont peut être complétement négligée.

Dufrénoy donne le nom de cambrien aux couches stratifiées anciennes comprenant le cambrien et le laurentien, affectées par ce système de soulèvement. Cependant, aux descriptions détaillées des terrains, on reconnaît dans la Bretagne des roches stratigraphiquement semblables à celles de Naguilles et surtout Mercus (Ariége) qui occuperaient une position inférieure par rapport aux schistes alumineux avec alternances granitiques (coupe d'Ax N.-N.-O., S.-S.-E.), schistes qui viennent immédiatement avant le silurien inférieur, et qui pour moi sont le cambrien. Ce ne serait donc pas le terrain cambrien de l'Ariége qui se trouverait affecté par la direction E. 16° à 17° N., mais bien le terrain qui lui est inférieur et que je considère comme l'équivalent du laurentien. J'ai montré que cette direction E. 17° N. était constante depuis l'Ariége jusqu'aux Basses-Pyrénées, partout où se montre ce terrain.

Quant à la direction O. 40° N. que nous avons retrouvée au S. d'Ax en allant vers Naguilles, elle n'est autre que le représentant du système du Morbihan (O. 38° N.) rapporté à Ax. En effet ce système calculé pour Ax donne O. 41° N.

D'après Boblaye et les auteurs de la carte géologique de la France, il y aurait dans le Morbihan une série de schistes et de gneiss antésiluriens qui se trouveraient affectés d'un système particulier de fractures et de plissements orientés O. 38° N. Chose fort incompréhensible, Dufrénoy et M. Élie de Beaumont, malgré les deux systèmes de soulèvement qu'ils ont retrouvés dans ces couches schisteuses et gneissiques, n'en ont pas fait deux terrains distincts; ils les ont confondus sous le même nom de cambrien.

Je réserverai donc ce nom pour les couches que je trouve à Ax stratigraphiquement placées entre le silurien inférieur et le laurentien, avec l'orientation O. 40° N., direction complétement différente de O. 12° N. du terrain silurien et de E. 16° 17° N. du terrain laurentien.

Ces détails nous permettent de voir que le système des montagnes n'est ici nullement en désaccord avec la stratigraphie des terrains et que les données fournies par le calcul quant aux directions ont été complétement vérifiées par l'observation.

Quant à faire une division dans le terrain laurentien lui-même, je ne m'y hasarderai point encore, quoique l'observation des faits permette déjà de soupçonner cette division à venir.

Conclusions. — Je terminerai mon travail en disant : 1° dans les Pyrénées, surtout dans l'Ariége, existent des terrains stratifiés antésiluriens (intra-granitiques) jusqu'ici ignorés par les divers géologues qui ont étudié la chaîne.

2° Ces terrains semblent parfaitement correspondre à ceux qu'on a déjà décrits sur quelques points du globe et surtout à ceux qu'ont fait connaître les géologues du Canada.

3° Je n'y ai pas encore trouvé de fossiles, et jusqu'à ce que des naturalistes spéciaux aient bien voulu étudier les échantillons d'*Eozoon canadense*, que j'ai montrés à la Société, je considérerai l'existence de ce fossile comme douteuse dans leurs strates.

4° La stratigraphie m'a permis d'y faire les divisions suivantes en partant du silurien inférieur : 1° cambrien affecté par le système du Morbihan qui a dirigé ses couches O. 40° N. Pl. N.; 2° laurentien dirigé E. 16° à 17° N. avec Pl. N., par le soulèvement rapporté au système du Finistère; 3° granite inférieur primitif.

M. Edm. Pellat annonce qu'il vient de recueillir, dans le Boulonnais, à la base des calcaires du Mont des Boucards, considérés jusqu'ici comme oxfordiens, les fossiles habituels de la zone à *Cidaris florigemma*, et, à la partie supérieure des mêmes calcaires, les fossiles les plus caractéristiques du corallien compacte de la Haute-Marne (corallien compacte de Vouécourt).

M. Pellat ajoute que, d'après les observations faites par M. P. Michelot au Mont des Boucards et d'après celles qu'il a faites de son côté, dans cette localité et sur un grand nombre de points du Boulonnais, il distingue, de bas en haut, entre l'Oxford-clay et les calcaires décrits par lui dans le *Bulletin*, en 1865, sous le nom de calcaires de Bréquerecque, les assises suivantes :

A — calcaire à polypiers et à *Cidaris florigemma* (3 mètres environ).
B — calcaire à *Terebratula insignis* (4 à 6 mètres).
C — calcaire à *Céromyes* (4 mètres environ).
D — argiles à grandes *Ostrea* deltoïdes (de 6 à 8 mètres).
E — calcaire roux à *Trigonia Bronni*, sables ferrugineux ($0^m,50$).
F — oolithes et calcaires à Nérinées et à *Waldheimia humeralis* (de 8 à 10 mètres).
G — grès à *Pygurus Royerianus* (de 2 à 6 mètres).

L'assise A paraît manquer au nord du Mont des Boucards; les assises B et C manquent au sud, dans une partie du Bas-Boulonnais.

Séance du 18 *novembre* 1867.

PRÉSIDENCE DE M. DE VERNEUIL.

M. de Lapparent, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

GUALTERIO (Charles-Raphaël), à Orvieto (Italie); présenté par MM. A. Stoppani et G. de Mortillet.

LACRETELLE, ingénieur civil des mines, rue des Acacias, 37, aux Ternes-Paris; présenté par MM. Gruner et Alfr. Caillaux.

MEIGNAN, évêque de Châlons-sur-Marne (Marne); présenté par MM. Hébert et Lambert.

Le Président annonce ensuite quatre présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Th. Ébray, *Nullité du système de soulèvement de la Côte-d'Or, et considérations générales sur la limite de la période jurassique et de la période crétacée* (extr. de la *Soc. des sc. indust. de Lyon*); in-8, 15 p. ; août 1867.

De la part de M. G. de Mortillet, *Promenades préhistoriques à l'Exposition universelle;* in-8, 188 p.; Paris, 1867; chez C. Reinwald.

De la part de M. le Dr Eugène Robert :

1° *Rapprochement entre les bois flottés qui échouent sur les côtes des terres arctiques et les lignites de ces mêmes régions;* in-8, 8 p...

2° *Silex taillés. — L'Homme avant l'histoire;* in-8, 8 p.....

De la part de M. Fr. de Hauer :

1° *Geologische Übersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie;* feuille V; Vienne, 1867.

2° *Geologische Ubersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie* (texte); in-8, 20 p.; Vienne, 1867.

De la part de Sir Roderick I. Murchison, au nom du gouvernement britannique, *Memoirs of the geological Survey of the United Kingdom and Ireland;* 19 vol. in-8 et 4 vol. in-4, avec 5 grands atlas de cartes et de coupes.

De la part du Directeur général du corps des ingénieurs-géologues de Melbourne (M. Alfred R. C. Selwyn), *Geological Survey of Victoria* (Australie); atlas de 52 feuilles.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences; 1867, 2e sem. — T. LXV, nos 19 et 20; in-4.

L'Institut, nos 1766 et 1767; 1867; in-4.

Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne, année 1867, 1er et 2e trimestres; in-8.

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichanstalt, 1867, n° 14; in-8.

The Athenæum, nos 2089 et 2090, 1867; in-4.

The Canadian Journal, septembre 1867; in-8.

M. d'Archiac présente, de la part de M. F. de Hauer, la feuille V de la carte géologique générale de l'Autriche (V. la *Liste des Dons*).

M. Marcou présente le portefeuille contenant toutes les cartes géologiques de la province de Victoria (Australie), qui figurait à l'Exposition universelle, sous le titre de *Geological Survey of Victoria*, et qui est offert à la Société par le directeur du corps des ingénieurs-géologues, M. Alfred R. C. Selwyn, de Melbourne. Le portefeuille contient d'abord une grande carte géologique d'ensemble de toute la province de Victoria, à l'échelle de 8 milles par pouce, et qui donne une vue générale des principales divisions géologiques de ce vaste pays; puis, se trouve une carte *index* indiquant les progrès accomplis jusqu'au 30 avril 1864; et enfin 51 feuilles de la carte, à l'échelle considérable de deux pouces par mille. Sur plusieurs des feuilles, il y a des coupes géologiques, et toutes contiennent des explications détaillées sur la géologie et les mines. Cette colonie, dont le nom n'existait même

pas il y a vingt années, et qui d'abord n'a été connue que d'après quelques récits de voyageurs autour du monde comme un lieu d'exil pour les *convicts*, sous la désignation de Port-Philippe, et qui, encore aujourd'hui, ne compte pas 700,000 habitants ; ce pays antipodique, ajoute M. Marcou, entretient un corps de quinze ingénieurs-géologues ou des mines, au prix annuel de cent à cent vingt mille francs, avec tout un établissement de musées, de cours, d'ateliers de dessinateurs pour les cartes et de publications de rapports, de statistiques et d'essais de minerais.

Le directeur, M. Selwyn, dans une lettre à M. Marcou, dit qu'il aura soin d'envoyer à la Société géologique de France un exemplaire de chacune de leurs publications, au fur et à mesure de leur apparition. La Société décide, de son côté, que l'on enverra au *Geological Survey of Victoria* le volume annuel du *Bulletin*, et l'*Histoire des progrès de la géologie*, par M. d'Archiac.

A l'occasion de la présentation par le Président de toutes les publications que le corps royal des géologues anglais avait envoyées à l'Exposition universelle de 1867, et qui a été offert à la Société au nom du gouvernement britannique, par le savant et illustre directeur général du corps, notre confrère sir Roderick Murchison, M. Marcou remercie, au nom de tous les membres présents à la séance, l'honorable M. de Verneuil, qui a fait de nombreuses démarches personnelles non-seulement à Paris, mais encore à Londres, et à qui la Société est redevable de cette addition à notre bibliothèque, addition la plus importante qu'elle ait reçue jusqu'à ce jour. Il prie aussi M. de Verneuil de transmettre à sir Roderick Murchison et au gouvernement du royaume-uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande les remercîments de la Société, qui apprécie hautement la grande valeur d'un aussi magnifique cadeau. Et afin d'en faire mieux voir l'importance à tous les membres de la Société, M. Marcou fait la communication suivante :

Notice sur la grande carte géologique des Iles Britanniques;
par M. Jules Marcou.

Carte géologique du royaume uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande. — Le corps des ingénieurs-géologues de Sa Majesté la Reine du royaume uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande a exposé dans le palais du Champ-de-Mars, sous le titre de : *Geological Survey of the united Kingdom* (*Great Britain and Ireland*), cinq gros portefeuilles in-folio, dont trois sont remplis de cartes et coupes géologiques de la Grande-Bretagne (Angleterre, pays de Galles et Écosse), et les deux autres renferment la géologie de l'Irlande.

Dans les trois portefeuilles de la Grande-Bretagne, l'un est consacré entièrement à des coupes en travers ou horizontales et à des coupes verticales; il contient quatre-vingt-quinze planches. Les sections en travers ou horizontales sont à l'échelle de six pouces (1) par mille, soit $\frac{1}{10560}$; et les coupes verticales donnent l'épaisseur exacte de chaque couche à l'échelle d'un pouce pour quarante pieds ou $\frac{1}{480}$. Toutes les coupes en travers sont coloriées à la main, avec des couleurs correspondant à celles employées sur les feuilles de la Carte géologique pour indiquer les terrains, tandis que les coupes verticales sont en noir.

Dans les coupes horizontales ou en travers, on est quelquefois étonné de trouver des détails souterrains de failles, de plissements, d'inflexions de couches et d'existence même de roches d'une nature ou d'un âge différents de celles qui affleurent à la surface du sol, qui pourraient laisser croire que l'on a exécuté des travaux d'art ou des sondages pour s'assurer de l'existence de ces phénomènes géologiques. Si cela est vrai quelquefois, dans la plupart des cas il n'en est rien; et il serait à désirer que les géologues anglais fussent plus sobres de suppositions pour tout ce qui ne se voit pas à la surface, puisque ces coupes sont données avec la recommandation spéciale de représenter l'exacte vérité. Sauf cette réserve, ces coupes sont excellentes et donnent, dans la plupart des cas, une bonne idée de la projection sur un plan vertical des accidents de terrains et des formations géologiques d'un pays, qui par sa nature, d'ailleurs, n'offre pas de ces difficultés orographiques et

(1) Mesures anglaises.

stratigraphiques que l'on rencontre dans les contrées montagneuses, comme les Alpes, le Jura, les montagnes Blanches et Vertes de la Nouvelle-Angleterre, ou la grande chaîne des Alpes Scandinaves.

Dans les deux autres portefeuilles de la Grande-Bretagne, l'on trouve dans l'un quarante et une feuilles de cartes coloriées géologiquement, à l'échelle considérable de six pouces par mille, et dans l'autre portefeuille soixante et douze feuilles de cartes géologiques, à l'échelle d'un pouce par mille; plus une feuille contenant l'*index* explicatif des couleurs employées dans les diverses cartes, et qui présente cent trente-sept couleurs ou modifications de couleurs, chacune d'elles indiquant une formation géologique distincte.

Quatre des feuilles de ce dernier portefeuille sont des cartes de l'Écosse, et dix-neuf des cartes à l'échelle de six pouces par mille appartiennent aussi à l'Écosse.

Ainsi le relevé géologique de la Grande-Bretagne comprend déjà cent treize feuilles, qui recouvrent en entier le pays de Galles et les deux tiers de l'Angleterre, plus les environs d'Édimbourg et l'Ayrshire, en Écosse. Ce qui reste à faire est la partie orientale au nord de Londres et les comtés nord de l'Angleterre, l'isle of Man et presque toute l'Écosse. En 1857 le nombre des feuilles publiées était de cinquante, ce qui fait soixante-trois feuilles ajoutées en dix années. Si l'on suit cette progression, l'Angleterre et l'Écosse seront complétement relevées géologiquement dans quinze années; et l'on aura la carte de l'État-Major anglais, dite : « *Ordnance maps* », entièrement publiée aussi bien au point de vue géologique que topographique.

Le coloriage des cartes, comme celui des coupes longitudinales, est fait entièrement à la main; aussi toutes ces cartes géologiques sont-elles beaucoup plus faciles à lire, plus nettes et mieux exécutées que celles qui sont imprimées en couleur. De plus ce coloriage permet les additions et corrections, qui deviennent bien difficiles par le coloriage imprimé; car alors il faut changer tout un système de planches lithographiques ou typographiques, tandis qu'il suffit de couper dans la feuille la partie changée, en collant à sa place, ou dessus, le carré de carte modifié par le coloriage à la main. Pour ne citer qu'un exemple, je dirai que, pendant l'année 1864, le directeur général, sir Roderick I. Murchison, ayant admis le changement proposé par les géologues des Alpes de la division du *terrain*

Rhétique à la base du lias, cela a conduit à une modification importante dans plusieurs feuilles déjà publiées des comtés de Gloucester et de Glamorgan, modifications et corrections qu'il aurait été bien dispendieux d'opérer, si les cartes avaient été coloriées par l'impression chromo-lithographique ou chromo-typographique.

Les deux portefeuilles de l'Irlande contiennent, l'un vingt feuilles de coupes, de grand format, et l'autre cent deux feuilles de cartes d'un format moitié des cartes de l'Angleterre. Le grand format est de quatorze pouces de hauteur, sur vingt de largeur tandis que le petit est de sept pouces sur dix. Ce dernier est de beaucoup le plus commode pour des cartes destinées à être maniées, d'abord en atlas ou portefeuille, et surtout sur le terrain même, où il devient très-difficile et fort embarrassant de se servir de cartes à grand format, sans être obligé de les couper en deux. D'après des renseignements que j'ai reçu de M. Jukes, le directeur des relevés géologiques de l'Irlande, le travail est fait aux deux tiers; il ne reste plus que la partie septentrionale de l'île, au nord d'une ligne partant de Clogher Head et se dirigeant sur Mayo. Cent deux feuilles de la carte géologique sont publiées; sept nouvelles feuilles vont être livrées au public avant la fin de l'année; et enfin il a déjà paru vingt-sept feuilles de coupes longitudinales et verticales, en y comprenant une feuille de plan et coupes des mines d'Ovoca. Ainsi l'Irlande, de même que la Grande-Bretagne, sera achevée dans quinze années.

Les divisions géologiques employées sont, pour les grands terrains, celles généralement admises par les géologues des diverses contrées, avec quelques modifications, plus ou moins heureuses, d'expressions géographiques ou paléontologiques, et qui ne sont pas toujours admises par les géologues étrangers, surtout ceux de l'école de Werner (voir le tableau à la fin de la notice, où j'ai traduit l'*index* des géologues anglais). Quant aux subdivisions ou groupes, par formations, étages et couches, toutes les divisions et dénominations adoptées sont, sans exceptions, locales et spéciales à l'Angleterre. Au premier abord ces subdivisions paraissent trop nombreuses, et cela d'autant plus que plusieurs sont spéciales à certaines parties des îles Britanniques, et ne se retrouvent pas sur toute leur surface. Mais si l'on considère attentivement chaque portion du pays exploré, on voit que chaque subdivision est nécessaire, et répond bien à une coupure dans la série des roches, et que si on

ne l'avait pas établie et reconnue, on aurait négligé la méthode naturelle de classification, qui exige que chaque degré de l'échelle soit numéroté et classé, sous peine de ne pas faire exactement l'histoire des temps qui se sont succédé, en laissant leurs empreintes et leurs débris dans des chronomètres dont la série ne peut être interrompue, sans briser la chaîne des événements qui se sont passés sur la terre. Ces chronomètres sont les roches en couches, en filons, en amas, et aucun ne peut être impunément négligé; c'est même leur connaissance approfondie et les relations qui les lient entre eux qui constituent toute la science de la géologie.

Aussi les géologues officiels des îles Britanniques, en donnant une classification entièrement anglaise, ont-ils rendu un véritable service à la science, et leur exemple est-il suivi partout aujourd'hui.

Ce grand et magnifique travail du relevé géologique des îles Britanniques est de beaucoup le meilleur de tous ceux exécutés jusqu'à présent dans les diverses contrées de l'ancien et du nouveau monde. Aussi, si au lieu de le cacher modestement dans de grands portefeuilles fermés, on l'avait étalé ostensiblement dans un ensemble de cartes toutes réunies et placardées contre un mur, comme cela s'est fait dans d'autres parties de l'Exposition universelle pour plusieurs cartes géologiques, il les aurait toutes écrasées et complétement effacées.

L'organisation du corps des ingénieurs-géologues de Sa Majesté britannique est aussi parfaite que l'œuvre si remarquable dont il dote le monde scientifique. Avec un personnel qui vient cette année d'atteindre le chiffre de cinquante géologues, paléontologistes, minéralogistes, mineurs et conservateurs de collections, et qui dans les premières années même n'était que de trois, cinq, ou huit personnes; dans le très-court espace de temps de moins de trente années, ce corps d'ingénieurs géologues a produit, comme cartes géologiques, cartes de mines, coupes géologiques et de mines, rapports imprimés de descriptions géologiques, de statistiques de mines, d'analyses chimiques de minerais et de roches, de publications de fossiles et de catalogues, un ensemble si parfait, si complet et surtout si considérable, qu'il a laissé bien loin derrière lui les corps de géologues officiels ou ingénieurs des mines d'autres pays, qui ont cependant sur lui les avantages d'exister quarante ou cinquante années avant lui, et de posséder un personnel et un budget qui, s'ils étaient employés spécialement pour la

géologie, constitueraient des ressources au moins égales à celles que le *Geological Survey* reçoit du gouvernement de Sa Majesté la Reine Victoria.

Afin de préciser et de fixer l'attention sur les côtés pratiques de ce beau travail du relevé géologique des îles Britanniques, je dirai quelques mots de l'organisation actuelle du corps des ingénieurs-géologues anglais, organisation qui vient de recevoir cette année même quelques modifications, surtout comme augmentation dans le personnel, afin que le travail soit achevé dans dix années au plus tard.

Il y a un directeur général chargé de donner de l'ensemble et de l'unité à cette grande œuvre, et dont l'une des attributions est de ne rien laisser publier des travaux exécutés par le corps sans son autorisation préalable. Ce directeur est actuellement sir Roderick Impey Murchison, qui a été choisi tout à fait en dehors du corps officiel de ces ingénieurs-géologues dont il ne faisait pas partie, pour succéder au premier directeur général et fondateur de l'œuvre et du corps, sir Henry de la Bèche, mort en 1855.

Pour accélérer le travail et en même temps donner une prompte et égale satisfaction aux intérêts miniers, industriels et agricoles des diverses parties de l'empire britannique, on a partagé le pays en trois parties qui portent les noms de division anglaise (*english branch*), division irlandaise (*irish branch*), et division écossaise (*scotch branch*). A la tête de la branche anglaise, il y a un *senior director* ou directeur en chef, qui est M. A. C. Ramsay, et qui a sous ses ordres, d'abord : deux ingénieurs de districts, cinq géologues, et dix-sept aides-géologues; de plus il dirige aussi un naturaliste (M. le professeur T. H. Huxley) et son aide, un paléontologiste (M. R. Etheridge) et son aide, et un collectionneur ou chercheur de fossiles. Le budget de cette branche anglaise du relevé géologique est estimé, pour cette année 1867, à la somme de 11,462 livres sterling ou 289,000 francs.

La branche irlandaise est sous les ordres d'un directeur, qui est M. J. Beete Jukes, et qui a au-dessous de lui un ingénieur de district, deux géologues et un paléontologiste (M. W. H. Baily), sept aides-géologues et deux chercheurs de fossiles. Les dépenses ont été estimées pour l'année 1867 à la somme de 5,078 livres sterling ou 126,950 fr. pour l'Irlande.

En Écosse, le directeur est M. Archibald Geikie qui est aidé, d'abord par un ingénieur de district (M. Edward Hull), puis

par un géologue, et enfin par cinq aides-géologues. Le budget de la branche écossaise est de 2,933 livres sterling ou 73,325 francs.

La dépense totale pour le relevé géologique des îles Britanniques, pendant l'année 1867, sera donc de 19,653 livres sterling ou 489,275 fr., ce qui fait une augmentation de plus de 150,000 fr. sur les budgets précédents. Ainsi pour l'Irlande, par exemple, dont j'ai les chiffres en ce moment sous les yeux, les dépenses pour l'année 1866, dont l'exercice s'est achevé au premier mars 1867, se sont élevées à 3,527 livres sterling, deux shillings et six pences, ce qui, retranché du budget actuel de 5,078, laisse une augmentation de 1,558 livres, 7 shillings et 6 pences ou 38,775 fr. pour 1867-68.

En outre du relevé géologique proprement dit, il y a un bureau des mines, dirigé par M. Robert Hunt, avec deux aides; plus une école royale des mines avec huit professeurs (MM. Ramsay, Tyndall, Huxley, Percy, Warington Smyth, Frankland, Willis et Edgar); puis des cours de géologie pratique faits à Dublin, au musée Irlandais de l'industrie, et à Édimbourg, au musée industriel Écossais; et enfin un secrétaire général et bibliothécaire M. Trenham Reeks.

Trois musées, consacrés exclusivement à la géologie britannique, renferment les trésors recueillis sur le terrain, et sont comme les pièces à l'appui des cartes, coupes, fossiles, minéraux et roches décrits et publiés par le corps. Ces musées sont situés, l'un à Londres dans la rue Jermyn, n° 28, l'autre à Dublin sur la pelouse de Saint-Étienne, n° 51 (*Stephen's green*), et le troisième à Édimbourg. Celui de Londres renferme aussi, en outre de la partie anglaise proprement dite, la géologie du pays de Galles, l'école royale fort bien et les bureaux du directeur général, du secrétariat et du chef de la statistique des mines. Le bâtiment est élégant et fort bien approprié pour montrer dans tous leurs avantages de grandes collections. Ce n'est pas trop dire, et je ne crains pas d'être contredit par quiconque a visité le musée de Jermyn street, que comme utilité, classification et ensemble, le *Museum of Practical geology* est sans rival dans le monde entier et fait le plus grand honneur au gouvernement, à la nation et aux géologues anglais.

Des catalogues descriptifs, très-bien faits, et dont plusieurs sont déjà arrivés à plusieurs éditions, bien qu'ils ne datent que de quelques années et qu'ils soient tirés à un grand nombre d'exemplaires, donnent avec le plus grand détail des listes

raisonnées de tous les objets, tels que roches, minéraux, fossiles, modèles de machines, poteries, etc., qui sont exposés dans le Musée. De plus, le Directeur général publie un rapport annuel (*Annual Report of the Director general of the geological Survey of the united Kingdom, the Museum of practical geology, the Royal School of mines and the mining record Office*), qui montre avec détail les progrès accomplis et les travaux effectués pendant l'année écoulée, tant sur le terrain que dans le cabinet et les laboratoires; il y indique aussi le nombre des feuilles qui ont été relevées et celles qui sont livrées au public, les mémoires imprimés, les classifications adoptées, le nombre des échantillons ajoutés, les analyses du bureau d'essai des minerais et des roches, les statistiques de la houille et des minerais exploités ou importés des pays étrangers pour alimenter les usines anglaises, le roulement de l'École des mines, et enfin le nombre des publications, cartes, coupes et mémoires, vendus pendant l'année (1). Ce rapport est accompagné de petites cartes *Index*, montrant les numéros de chaque feuille publiée ou

---

(1) La vente des cartes géologiques est considérable; elle a atteint même le chiffre de 5,000 feuilles dans une seule année; et, ce qu'il y a d'assez remarquable, c'est que les feuilles entièrement scientifiques et ne renfermant pas de districts métallifères, houillers ou à matériaux de construction de grandes valeurs, se vendent en aussi grand nombre que les autres. Cela s'explique par la grande popularité dont jouissent les sciences géologiques en Angleterre. Il est bien rare d'entrer dans une maison ou un cottage anglais sans y voir, dans l'une ou l'autre des chambres ou entrées, la carte géologique des environs pendue contre les murs.

Voici quelques chiffres officiels de plusieurs ventes annuelles des cartes, coupes et index des couleurs :

En 1855,	2,422 feuilles.	
1856,	1,559 —	
1857,	1,914 —	
1858,	2,764 —	
1859,	2,372 —	
1860,	5,295 —	(L'Irlande comprise.)
1861,	3,118 —	
1862,	2,877 —	
1864,	4,400 —	
1865,	3,710 —	
1866,	3,157 —	

Les Mémoires s'écoulent aussi rapidement, et plusieurs sont épuisés ou réimprimés à plusieurs éditions.

à publier, celles qui ne sont pas encore relevées géologiquement, et enfin les feuilles pour lesquelles on a imprimé des mémoires descriptifs spéciaux; en un mot on a là un véritable indicateur, embrassant dans un seul coup d'œil l'état présent de la grande carte géologique des îles Britanniques. Enfin on publie aussi un rapport annuel, spécial et détaillé, de tout ce qui s'est passé à l'École des mines; celui de la seizième session, 1866-67, vient de paraître.

Le catalogue de toutes les publications (*Catalogue of the published maps, sections, memoirs, and other publications of the geological Survey of the united Kingdom, up to october* 1867) des relevés géologiques est distribué *gratis* à tous ceux qui en font la demande, soit au Musée de Jermyn street, soit chez les six libraires ou éditeurs de cartes, qui ont des dépôts et qui sont désignés *ad hoc* par le Directeur général. Chaque quart de feuille de la grande carte géologique se vend séparément au prix fixe et uniforme de 3 fr. 75; chaque feuille des coupes en travers ou horizontales se vend aussi séparément et au prix uniforme de 6 fr. 25; chaque feuille des coupes verticales se vend séparément au prix uniforme de 4 fr. 38; chaque description détaillée d'une ou de plusieurs des feuilles de la carte se vend à des prix qui varient depuis 0 fr. 80 jusqu'à 1 fr. 25, 2 fr. 50 et 6 fr. 25.

Chaque livraison de fossiles, ou décade, comme elle se nomme, peut être achetée séparément au prix fixe et uniforme de 3 fr. 12. Chaque volume de statistiques minérales se vend séparément au prix de 1 fr. 25 à 3 fr. 12. Enfin, chaque description de feuilles de coupes horizontales ou verticales se vend séparément, au prix fabuleusement bon marché de 0 f. 20, pour une brochure de 15 pages grand in-8.

Une carte d'assemblage, sous le titre de « *An index geological map of England,* » à l'échelle assez grande de quatre milles par pouce, est en voie de publication, et se vend séparément et par feuilles isolées au prix uniforme de 4 fr. 35; six feuilles en ont déjà paru : ce sont celles qui comprennent tout le pays de Galles et l'Herefordshire, et une partie des comtés voisins du Cheshire, Shropshire, Staffordshire, Worcestershire et Gloucestershire.

Finalement, ce corps des géologues officiels anglais, que l'on peut citer comme modèle à suivre par toutes les autres nations, et qui est si parfait comme composition, puisque avant tout on recherche des géologues, sans se préoccuper s'ils ont été éle-

vés dans le corps ou s'ils sortent de telle école ou de telle université, mais s'ils sont réellement capables, ce corps, dis-je, si bien recruté, si bien dirigé, si actif et si plein d'émulation, a produit le plus grand œuvre géologique qui ait jamais paru.

Nota. — J'ai traduit, dans la légende explicative ou *index*, le mot *colours* par divisions, parce que je ne pouvais pas donner, dans des tableaux imprimés, les couleurs elles-mêmes. L'harmonie et les mariages de ces couleurs sont, en général, si remarquables, que je ne puis mieux faire que de les indiquer, du moins telles qu'elles sont employées actuellement sur la carte de l'Irlande, à l'échelle d'un pouce par mille :

Alluvions, tourbières, etc.	Brun de Châlons et Camboge.
Lignite	Indigo et encre indienne.
Craie	Vert émeraude (pâle).
Grès vert	Idem (foncé).
Lias	Le même que pour les alluvions, mais plus foncé.
Couches rhétiques	Rouge vénitien et sépia.
Nouvelles marnes rouges	Rouge de Venise.
Nouveau grès rouge	Idem. (plus pâle).
Permien (dyas)	Ocre romaine brûlée et Camboge.
Terrain houiller	Encre indienne et indigo.
Calcaire carbonifère	Bleu de Prusse.
Marnes intercalées dans le calcaire carbonifère	Bleu de Prusse avec coups de pinceau d'encre indienne.
Grès intercalés dans le calcaire carbonifère	Bleu de Prusse avec des points de chrome.
Couches dolomitiques dans le calcaire carbonifère	Bleu de Prusse avec la teinte permienne par-dessus.
Couches dolomitiques supposées d'origine métamorphique	La même couleur que la précédente avec des points de cobalt.
Schistes carbonifères	Bleu de Prusse (pâle) avec une teinte de la couleur de la houille par-dessus.
Grès intercalés dans les schistes carbonifères	La même couleur que la précédente pointillée de jaune chrome.
Vieux grès rouge	Rouge indien.
Dingle beds	Même couleur que les lignites, mais d'une teinte plus légère.
Roches de Ludlow	Indigo et laque cramoisie.
Roches de Wenlock	Même couleur (teinte plus légère).
Couches de Smerwick	Laque cramoisie et indigo.
Silurien inférieur	Même couleur (teinte plus légère).

Cambrien	Indigo et laque cramoisie, d'une teinte plus légère que la précédente.
Roches quartzeuses	Jaune de chrome.
Bandes calcaires encloisonnées dans le silurien ou dans d'autres formations.	Bleu cobalt.
Granite	Carmin.
Elvanite	Carmin (plus foncé).
Felstone (eurite)	Orange de chrome et carmin.
Cendres euritiques	Orange (plus pâle) et pointillé avec de la laque.
Greenstone (diorite)	Carmin brûlé et laque cramoisie.
Cendres dioritiques	Carmin (plus pâle) et pointillé avec de la laque.
Failles	Lignes blanches.
Veines minérales	Lignes dorées.

Afin de remédier à l'altération des couleurs, qui s'effacent toutes plus ou moins avec le temps, et surtout avec une exposition prolongée des cartes à l'air, on a gravé des lettres sur l'espace occupé par chacune d'entre elles. Ces lettres elles-mêmes ont été choisies d'une manière systématique. Ainsi, pour les terrains stratifiés, on emploie des petites lettres romaines, et, lorsqu'il y a des sous-groupes dans la division, on ajoute des exposants à ces lettres. Les roches ignées sont indiquées par de grandes lettres capitales romaines. Les groupes de roches métamorphiques sont marqués par de petites lettres grecques qui correspondent aux mêmes lettres employées pour le terrain, lorsqu'on en connaît exactement l'âge. Dans le cas où l'âge est inconnu, on se sert des lettres grecques, comme γ pour mica-schistes, ν pour gneiss, etc. Des couches, ayant une lithologie spéciale et différente de la masse générale de la formation dans laquelle elles se trouvent intercalées, sont indiquées par des lettres italiques, comme : *l* pour calcaire (limestone), *q* pour quartz, *s* pour schiste, etc.

Tous les renseignements statistiques et autres, qui se trouvent dans ce petit exposé de l'état actuel du *Geological Survey* des îles Britanniques, ont été pris dans des documents officiels, tels que :

Livre bleu (*Blue book*) du parlement britannique pour 1867, folio.

Annual report of the Director general of the geological Survey of the united Kingdom, the Museum of practical geology, the Royal

School of mines, and the mining record Office for the years 1853 *to* 1865, in-8, London.

Catalogue of the published maps, sections, memoirs and other publications of the geological Survey of the united Kingdom, up to october 1867, in-8, London.

List of memoirs, maps, sections, and other publications of the geological Survey of the united Kingdom, in-8 et in-folio, avec carte-index, 1854 et 1866.

Geological Survey of the united Kingdom. Museum of practical geology, and Royal School of mines (16th session, 1866-67), in-8, London, 1866.

Her Majesty's geological Survey of the united Kingdom, and its connection with the Museum of Irish industry in Dublin, and that of practical geology in London; by J. Beete Jukes. in-8, Dublin, 1867.

Instructions for the guidance of the officers of the Irish branch of Her Majesty's geological Survey of the united Kingdom, in-8, Dublin, 1867.

A descriptive Guide to the Museum of practical geology, with notices of the geological Survey of the united Kingdom, the Royal School of mines and the mining record Office, by Robert Hunt and Rudler, 3e édition, in-8, Londres, 1867.

A Catalogue of the minerals collections in the Museum of practical geology, with introductory and explanatory remarks; by Warington W. Smyth, T. Reeks and Rudler, in-8, London, 1864.

A Descriptive catalogue of the geological, mining, and metallurgical models in the Museum of practical geology; by H. Bauerman, in-8, London, 1865.

A Descriptive catalogue of the rock specimens in the Museum of practical geology, with explanatory notices of their nature and mode of occurence in place; by Andrew C. Ramsay, H. W. Bristow, Archibald Geikie and H. Bauerman, in-8, 3e édition, Londres, 1862.

A Catalogue of the collection of fossils in the Museum of practical geology, with an explanatory introduction; by T. H. Huxley and Robert Etheridge; in-8, London, 1865.

M. d'Archiac exprime le désir que les sources auxquelles ont été puisés ces renseignements intéressants soient indiquées avec précision.

M. Marcou répond que tous les chiffres qu'il a cités sont extraits des rapports officiels de sir R. Murchison.

M. de Lapparent, tout en partageant l'admirat vient d'être exprimée pour les travaux du *Geological* croit que M. Marcou a été un peu sévère pour la L'Administration, à laquelle on adresse le reproche sivisme, a cependant laissé toute initiative aux Cons néraux en matière de cartes départementales, et condition n'a été imposée relativement au choix d auteurs. Cette liberté laissée aux géologues n'a pu é favorable au développement de la science; et, si le Mi des travaux publics donne suite au projet de carte dé qui lui est soumis en ce moment même, et qui comp révision et la publication par feuilles séparées et marché de la carte géologique au 80,000e, peut-être t-il lieu de se demander si, au point de vue scientifi France n'a pas suivi la meilleure voie.

M. Marcou, après avoir constaté que ses critiques s sent à l'Administration et non point aux ingénieu mines, ne peut qu'insister sur ses regrets de voir la cation des cartes si arriérée dans notre pays, qu'il e jourd'hui presque impossible de se procurer une géologique départementale. Il ajoute que, dans so nion, le nombreux personnel du corps des mines e utilisé pour la géologie.

M. Levallois répond que ce serait une erreur, qu présent, de considérer le personnel et le budget du des mines comme étant le personnel et le budget géologie.

Quelques observations de M. Marcou, sur l'irrégul avec laquelle on accuse réception des documents envo la bibliothèque de la Société, amènent une courte di sion sur la nécessité de préparer des lettres imprimé d'organiser sur d'autres bases le service du bibliothéc

M. Pisani communique la lettre suivante :

Resina, 13 novembre 1867.

« Cette nuit, à minuit et demi, à droite des deux cône l'éruption du Vésuve de l'année passée s'est ouvert un nou

Bunter.	Kenper.		Wéaldien et Purbeck.			
Cendres feldspathiques. Basalte et greenstone. (Contemporains.) Eurite. (Contemporain.)		De l'âge carbonifère.	Cendres calcaréo-feldspathiques. Cendres sablo-feldspathiques. Cendres feldspathiques. Porphyres. Eurites.	entre les assises du silurien inférieur.	— — dévoniennes. — — siluriennes supérieures. — — siluriennes inférieures. — — de conglomérat et grit cambriennes. — — de calcaire et d'ardoises cambriennes.	
Grès et conglomérats mêlés de cendres. Cendres feldspathiques. Eurite ou felstone.		De l'âge du vieux grès rouge.	Greenstone (diorites), basaltes (injectés). Syénite, eurite, porphyres, etc., (injectés).	Roches injectées de différents âges.	Gneiss.	

SIGNES EMPLOYÉS AU SUJET DU DRIFT GLACIAIRE.

Roches moutonnées (non striées).
— — striées, mais sans direction apparente du courant de glace.
— — — montrant la direction du courant de glace.
Surface plate striée.
— — — où l'on voit la direction du courant glaciaire.

SIGNES EMPLOYÉS AU SUJET DE LA STRATIFICATION.

Couches { horizontales. verticales. (La ligne la plus longue indique la direction du plongement.) contournées ou ployées.

Inclinaison.
Clivage.
Axes anticlinaux.
Axes synclinaux.
Inclinaison générale ou moyenne de couches ondulées.
Couches ondulées.

Des lignes interrompues . . . . indiquent une limite obscure, douteuse ou recouverte par du drift. Les lignes blanches indiquent les failles.

SIGNES EMPLOYÉS POUR INDIQUER LES GISEMENTS DES MÉTAUX.

Or. Argent. Cuivre. Étain.
Plomb. Manganèse. Fer. Zinc.

Les lignes dorées indiquent des veines ou filons de mines métalliques.
Les points dorés indiquent des coulées d'étain.
Les anneaux ou cercles dorés indiquent des *pipe veins*.
Les lignes noires indiquent les affleurements de la houille.

cratère. A la moitié du grand cône, du côté de Bosco-Reale, s'est ouvert également un autre cratère d'où est sorti un courant de lave. Dans la même direction, et précisément dans le plan de la lave de l'année passée, se sont formés deux autres petits cratères qui lancent beaucoup de pierres. Le cône principal est tout crevassé par suite des fortes secousses qu'il a reçues. »

M. P. Marès fait la communication suivante :

Dans une note relative à la constitution géologique des montagnes de la grande Kabylie (séance du 20 mai 1867), M. Péron indique les puissantes roches calcaires qui forment le Djurjura proprement dit, comme appartenant exclusivement à l'époque éocène. Toutefois, notre savant confrère n'a pu visiter lui-même les couches de ces hautes régions. Plus heureux que lui, j'ai gravi le sommet de Lella-Khedidja (2,318^{m}.), la cime la plus élevée de la grande Kabylie vers le centre du Djurjura. J'ai trouvé le terrain secondaire formant les crêtes, et caractérisé par des Bélemnites mal conservées et indéterminables. Je crois cependant pouvoir affirmer que ces fossiles appartiennent au terrain crétacé; en effet, ils sont en contact avec le nummulitique, et le terrain crétacé est la seule formation secondaire qui apparaisse dans tous les pays environnants où il se trouve exactement dans la même position relative. Il faut aller au loin, dans l'Est ou dans l'Ouest, pour y rencontrer le jurassique. J'ajouterai que les puissantes dislocations, qui, en relevant à pic les calcaires du Djurjura, lui ont donné l'aspect imposant et remarquable d'une immense muraille, ont néanmoins laissé aux assises rocheuses une excessive régularité générale qui, dans bien des points, permet à l'observateur de marcher sur le bord épais des tranches relevées et juxtaposées du nummulitique et du secondaire, et de les voir se suivre avec une netteté parfaite. Or, j'ai trouvé dans les cailloux roulés d'un torrent qui descend du versant nord des hautes cimes d'*Ifril n'Tazerot* (2,038^{m}.) et du *Tamegout-Heidzer* (2,066^{m}.), à l'extrémité ouest du Djurjura, une Ammonite qui, bien qu'en mauvais éta ,paraît être l'*Ammonites Fourneli*, Bayle (*Ceratites Fourneli* H. Coq.), remarquable par des tours de spire fortement embrassants et une forme assez globuleuse, quoique les lobes ıles selles présentent les caractères bien accusés des Cératites. Ce fossile appartient, d'après M. Coquand, à l'horizon de l'*Ostrea columba*.

J'ai cru devoir signaler dès à présent à la Société l'existence

du terrain secondaire dans le Djurjura proprement dit, comme un fait qui se rattache naturellement à la note de M. Péron.

Le Secrétaire communique la note suivante de M. Garrigou :

Réponse à quelques objections de MM. Marcou et Hébert, au sujet du terrain dit Laurentien, dans l'Ariége; par le docteur F. Garrigou.

Lorsque, après ma communication sur le terrain laurentien des Pyrénées, faite dans la dernière séance, MM. Marcou, Hébert, de Verneuil, etc., m'ont posé quelques objections, j'ai en partie répondu à ces savants confrères; je ne ferai aujourd'hui qu'ajouter quelques mots pour compléter ce que j'ai déjà dit.

1° M. Marcou, notre excellent collègue, me permettra de fixer une date pour établir la priorité de la découverte d'un terrain stratifié inférieur au terrain silurien. Cette date est celle de 1830. Cette année-là, en effet, peut-être même avant, MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont avaient placé les gneiss stratifiés, qui s'étendent au nord de la Bretagne, sous les schistes maclifères infra-siluriens de cette région de la France. Le caractère stratifié de ces gneiss ne leur avait pas échappé. Depuis cette époque, M. d'Archiac a réclamé contre cette prétention de découverte de terrains infra-siluriens stratifiés, soit au Canada, soit en Écosse, soit en Bohême. En effet, dans la séance du 17 juin 1861, page 665 du Bulletin, le savant professeur s'exprime ainsi au sujet d'une communication de M. Dalimier : « ..... Dans » l'ouest de la France, les géologues ont su distinguer des » roches auxquelles on a assigné les noms de *système cambrien*, » dans les îles Britanniques, ou d'*huronien* sur les bords du lac » Huron, et de système *laurentien* au Canada. Les schistes de » Granville, de Cancale et de Saint-Cast, par exemple, et les » schistes maclifères avec des quartzites et des poudingues, ap- » partiennent au premier; les gneiss et les micaschistes du » même pays au second. Ces dénominations modernes n'expri- » ment donc en Bretagne *que des choses connues de tout le monde* » *depuis plus de trente ans.* »

C'est en effet en 1830, il y a aujourd'hui trente-sept ans, que les auteurs de la carte géologique de la France ont indiqué ces terrains infra-siluriens. Le premier travail du docteur Emmons (Report on the Geology of the first District of New-York), ayant

rapport aux terrains dits par lui taconiques, est de 1842. C'est donc douze ans après MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, que le Dr Emmons a signalé en Amérique des terrains déjà reconnus en France pour la première fois par deux de nos plus savants géologues. Cette priorité des savants français n'enlève nullement le mérite des recherches postérieures. Je ne saurais cependant comprendre comment des observateurs aussi érudits que Emmons et Mather ont pu se laisser abuser jusqu'à considérer quelques calcaires du comté de Washington comme *roches éruptives*. Cependant Mather (Rapport sur le second district de New-York, page 485) avait reconnu la nature sédimentaire et métamorphique de certains calcaires cristallins de Higlands. Quelles singulières contradictions ! Un calcaire éruptif, à l'état de fusion !

Quant au nom de taconique auquel tient M. Marcou, parce qu'il a été donné par Emmons, et à ceux de huronien et de laurentien inventés par les savants si recommandables du « Geological Survey of Canada », je crois qu'ils ne se ressemblent pas. Il faudrait fixer leur signification absolue, puisqu'ils s'appliquent à diverses parties de terrains de formations différentes. Le nom de taconique, appliqué à un terrain contenant la faune seconde, sera fautif si on l'applique à un terrain équivalent à celui qui contient la faune première, ou bien à un terrain inférieur. Les noms de huronien, laurentien supérieur, laurentien inférieur, faisant suite à celui de silurien inférieur, me paraissent très-rationnellement appliqués, et, pour ma part, je suis très-disposé à les employer dans les divisions que j'entrevois déjà pour le terrain que j'ai décrit comme nouveau pour les Pyrénées.

Mon savant et honoré confrère, M. Marcou, ne m'en voudra pas, je l'espère, de ne pas complétement partager sa manière de voir sur les dénominations à donner aux trois grandes branches de ce que les géologues canadiens nomment le groupe de Québec. L'opinion d'un géologue aussi accompli et aussi expérimenté doit nécessairement être prise en considération, mais l'observation complète d'un plus grand nombre de faits pourra seule décider lesquels du Dr Emmons ou des géologues canadiens ont donné les noms les plus exacts.

2° M. Hébert, d'un autre côté, a cherché à se convaincre que la question de stratigraphie que j'ai abordée n'était pas claire dans ses résultats; il enveloppait du reste, dans ses doutes, tous les terrains laurentiens signalés jusqu'ici.

Pour ce qui regarde les Pyrénées, M. Hébert n'admet, comme point de repère, que le silurien supérieur avec la faune troisième. C'est dans ce silurien supérieur que le savant professeur place, contrairement à ce qui a lieu pour le reste de la France, la couche de schistes maclifères, que je range, de mon côté, dans le silurien inférieur. Je déclare que, dans le silurien supérieur de l'Ariége avec *Cardiola interrupta* (Celles, Saint-Barthélemy, Saint-Gironnais, environs de Castillon), il n'y a pas de schistes maclifères comparables à ceux d'un terrain complétement différent lithologiquement et stratigraphiquement (Ax, vallée d'Ascou, Quérigut, montagnes de Savignac, d'Aston, de Miglos, de Vic-de-Sos) de ce terrain silurien supérieur, lui étant visiblement inférieur, et qui, pour moi, est du silurien inférieur. Dans ce silurien, Durocher aurait trouvé un trilobite aux environs de Vic-de-Sos; et MM. François et Mussy, ingénieurs des mines, malgré l'absence de fossiles, signalent encore ces couches comme faisant partie du silurien inférieur. Pour ma part, malgré mes recherches assidues, je pourrais dire journalières, je n'ai pas non plus trouvé traces de fossiles. Dans ces conditions, je n'hésite pas à suivre les divisions de MM. François et Mussy (1) en terrain silurien supérieur (ferrifère et fossilifère) et silurien inférieur, avec schistes ardoisiers exploités à Miglos, Siguer, Luzenac, Unac, Caussou, etc., qui reposent eux-mêmes, par l'intermédiaire de schistes alumineux, de quartzites, de schistes maclifères, sur des micaschistes et des granites.

C'est donc pour moi dans un terrain (et à la base de ce terrain) stratigraphiquement différent du silurien supérieur, et que je considère comme étant le silurien inférieur, qu'existent ces bandes de quartzites et de schistes maclifères comparables à ceux de Bretagne et du nord-ouest de la France, parfaitement placés en ce point par tous les géologues, et par M. Hébert lui-même, à la base du silurien inférieur.

C'est donc aussi à la base de ce terrain encore sans fossiles dans cette région des Pyrénées, et non à la base directe du silurien supérieur, que je place la série énorme de granites, de calcaires, de schistes, de roches feldspathiques et amphibo-

(1) Bien que M. Mussy n'ait pas trouvé à propos de signaler mon nom, pour mes découvertes personnelles, dans son explication de la carte géologique de l'Ariége exposée au palais du Champ-de-Mars, je trouve plus convenable et plus scientifique de ne pas user de représailles.

liques, *toutes stratifiées et alternantes*, qui me semblent correspondre à une partie de la base du groupe de Québec.

Mais cet ensemble signalé à Ax n'est pas le seul. J'ai fait voir, à l'extrémité nord des montagnes de Tabes, à Celles, le silurien supérieur avec fossiles déterminés par M. Hébert lui-même. Sous ce silurien supérieur passe en stratification et avec un plongement complétement différent l'ensemble des gneiss décomposés, des schistes, des amphibolites, des granites stratifiés, des calcaires cristallins, sans doute avec *Eozoon canadense*, de Mercus, près Tarascon (Ariége). Ce groupe est complétement différent de celui d'Ax, et je ne saurais comprendre comment, dans l'espace de quelques kilomètres, un terrain si régulier, si uniforme à Ax, aurait pu subir une transformation si complète à Mercus (1). Je suis donc complétement disposé, en mettant de côté le terrain cumbrien, à voir dans le laurentien de l'Ariége deux groupes distincts, sans pouvoir dire encore quel est le supérieur, quel est l'inférieur.

En admettant avec M. Hébert que le silurien supérieur seul existe dans les Pyrénées, il faut avouer que si l'ensemble que je viens de décrire comme laurentien appartenait au silurien inférieur, ainsi qu'il résulterait des observations de M. Hébert, ce silurien inférieur se comporterait d'une façon bien singulière, inconnue jusqu'ici dans tous les pays du monde. Nous aurions en effet, dans les Pyrénées ariégeoises, un terrain silurien inférieur, d'une épaisseur de 10,000 à 12,000 mètres au moins, se divisant par son aspect lithologique en granites et en roches calcaires et schisteuses, ces dernières enclavées dans les premières.

N'est-il pas plus simple, plus naturel, plus géologique, lorsqu'on trouve entre le terrain silurien supérieur parfaitement caractérisé et les granites enclavant des schistes et des calcaires (cumbrien laurentien), un autre terrain schisteux avec quartzites et macles, dont la stratification diffère de celle du silurien supérieur et de celle du groupe granitique inférieur, de regarder ce terrain intermédiaire comme formé par le silurien inférieur? Les présomptions deviennent encore plus gran-

(1) A Ax, les roches stratifiées que je dis cumbriennes et laurentiennes auraient une épaisseur de 6 kilomètres, les calcaires et les schistes ayant 2,000 mètres d'épaisseur environ. A Mercus, l'épaisseur des granites, gneiss, calcaires stratifiés auraient au moins autant dans leur ensemble. Les calcaires ne formeraient plus ici qu'une couche de 150 mètres.

des, lorsque ce terrain intermédiaire a déjà son analogue dans tous les pays. Il ne reste plus alors de doute sur la place des alternances de granite, de calcaire et de gneiss d'Ax et de Mercus. Ces alternances appartiennent bien à un terrain infrasilurien, aux terrains cumbrien et laurentien, si l'on veut me permettre ces noms.

Quant à ce fossile si contesté, l'*Eozoon canadense*, sa présence ou son absence ne peut infirmer la place que la stratigraphie assigne à un terrain.

Quelle que soit, du reste, la place que l'on veuille donner aux couches que j'ai décrites dans la séance précédente, il n'en subsistera pas moins un fait incontestable : c'est la présence bien nette de la stratification des granites, en cela semblables aux vraies roches de dépôt.

Dans toutes les localités que j'ai signalées, le granite est uniformément déposé en bancs alternant avec des calcaires souvent non cristallins et non modifiés. Cette manière d'être des granites se confirme journellement par de nouvelles découvertes. Les hommes les plus éminents, et j'ai été heureux de l'entendre dire à M. Delesse, regardent de moins en moins cette roche comme une roche éruptive; sa nature de roche de dépôt leur paraît de plus en plus nette.

Pour ma part, après avoir lu les beaux travaux de MM. Delesse et de Daubrée sur le métamorphisme, après avoir suivi les fructueuses et intelligentes coupes de M. Virlet, j'ai été depuis longtemps convaincu que les granites, les ophites et la plupart des roches amphiboliques, se sont produits dans des mers à température élevée, aux dépens de terrains préexistants ou par voie de formation nouvelle. Ce sont, pour moi, des roches non venues à la surface du globe à l'état de fusion, comme on le dit, à l'état pâteux; ce sont des roches de dépôt.

Elles ont pu, dans des conditions données, subir une élévation de température, entrer même en fusion, et arriver sous cet état secondaire à la surface du globe, où on a pu leur attribuer une fausse origine.

J'ai déjà une série d'expériences qui me permettent de faire connaître le fond des résultats que j'ai obtenus; j'aurai bientôt occasion d'entretenir la Société de mes recherches sur ce sujet.

Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès (Hautes-Pyrénées), par MM. Ch. Martins et Éd. Collomb (pl. II). (at book)

(Communiqué dans la séance du 6 mai dernier.)

Tous les géologues, sauf quelques rares exceptions, sont d'accord pour admettre que les vallées des Alpes, des Vosges et des Pyrénées ont été occupées pendant l'époque quaternaire par d'immenses glaciers, qui descendaient souvent jusque dans les plaines voisines. La carte de l'ancienne extension des glaciers des Alpes et des Vosges a été faite; celle des glaciers des Pyrénées ne l'est point encore.

Dans ce travail, nous commencerons par combler cette lacune en décrivant le plus grand des anciens glaciers du versant français des Pyrénées, celui qui, provenant des sommets les plus élevés de la chaîne centrale, s'est avancé le plus loin dans la plaine. Nous n'insisterons pas sur les traces que les affluents de ce glacier ont laissées dans leurs vallées respectives ; ces traces sont partout aussi nombreuses, aussi variées, aussi incontestables que dans la vallée principale; nous nous occuperons seulement du glacier qui remplissait autrefois la vallée d'Argelès arrosée par le gave de Pau, et surtout de sa moraine terminale telle qu'on la reconnaît aux environs de Lourdes. En effet, c'est lorsqu'un glacier, sortant de la vallée qui l'enserre, débouche dans la plaine et s'étend librement sur une surface plane ou peu accidentée, qu'il devient intéressant d'étudier la disposition des dépôts glaciaires, leurs rapports avec les terrains sous-jacents, la distribution des blocs erratiques, la présence des cailloux rayés et des amas de boue glaciaire, la forme des roches moutonnées, polies et striées, la configuration des lacs, l'existence d'une nappe de loess et toutes les autres traces que le glacier disparu a laissées après lui.

Origines de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès.

C'est autour des pics Long de Néouvieille, de Vignemale, et dans les cirques de Gavarnie et de Troumouse, qu'on retrouve encore les faibles restes du grand glacier qui occupait jadis la vallée d'Argelès et ses afffuents. Il descendait de la crête des Pyrénées, frontières de la France et de l'Espagne, et ses racines s'étendaient de l'est à l'ouest, depuis le pic Cuje-la-Palas ou Mourrous jusqu'au cirque d'Héas ou de

Troumouse, sur une longueur de 50 kilomètres environ. La vallée principale, celle d'Argelès, aboutissait, en se ramifiant, aux vastes cirques de Gavarnie, des Oulettes, d'Estaubé et de Troumouse. Ces cirques, déjà très-élevés, sont dominés par des sommets tels que le pic Montherrat, ceux de Lourdes, de Crabère, Bernatoire, Blanc, entre les deux ports, de Gabietou, la Brèche de Roland, le Casque, les tours et le pic de Marboré, celui d'Estaubé, le mont Arrouye, et enfin le pic de Troumouse, sommets dont l'altitude est comprise entre 2,500 et 3,253 mètres, hauteurs du pic de Crabères et du pic de Marboré.

L'affluent de la vallée de Cauterets prenait sa source dans les petits cirques au pied du Vignemale, élevé de 3,290 mètres, et de quelques autres sommets dont l'altitude moyenne est de 2,940 mètres au-dessus de la mer.

L'affluent de la vallée d'Arrens, plus à l'ouest, est dominé par de nombreux pics, tous compris entre 3,140 mètres, hauteur du pic de Cristail, et celui de Courouaou qui s'élève encore à 2,692 mètres.

Le seul affluent considérable à l'est, celui de Baréges, aboutit au pied du pic du midi de Bagnères (altitude, 2,877 mèt.), de Néouvieille, de l'Heurtet, de Listres, de Madamette et du pic d'Aubert, qui est élevé de 3,092 mètres. Les autres sommets dépassent tous 2,300 mètres.

On ne saurait imaginer une disposition orographique plus propice à l'établissement d'un grand glacier, en supposant un ensemble de conditions météorologiques différentes de celles qui constituent actuellement le climat des Pyrénées. Sommets élevés entourant de grands cirques de réception dans lesquels les neiges s'accumulent en hiver, se conservent en se transformant en névé pendant l'été; vallée principale longue de 47 kilomètres, dirigée vers le nord, et dominée à l'est et à l'ouest par des sommets rapprochés dont l'altitude absolue est en moyenne de 2,800 mètres et qui s'élèvent de 1,500 à 1,800 mètres au-dessus du *thalweg* de la vallée, tout semble réuni pour favoriser le développement du glacier de la vallée d'Argelès. De grands affluents venaient en outre renforcer la masse principale dès son origine : sur la rive gauche, celui du Pla de Saussé, descendant du cirque des Oulettes et débouchant au-dessous de Gavarnie; sur la rive droite, les affluents des cirques d'Héas et d'Estaubé réunis, et sur la rive gauche celui d'Aspé rejoignant à Gèdre le glacier principal. Au niveau de

Luz, l'affluent de Baréges ayant 15 kilomètres de long. Plus bas, à Pierrefitte, le puissant glacier de Cauterets, long de 23 kilomètres, s'ajoutait à la rive gauche, qui plus bas encore recevait les deux affluents du gave d'Arrens (25 kilomètres) et du gave de Labat (22 kilomètres), réunis à Bun avant de déboucher au niveau d'Argelès, dans la vallée du même nom.

Tel est l'ensemble orographique au milieu duquel s'est développé pendant la période de froid le glacier de la vallée d'Argelès, le plus grand du revers septentrional de la chaîne. Sa longueur totale, depuis les tours de Marboré jusqu'au village d'Adé, où se trouvent ses dernières moraines terminales, était de 53 kilomètres (Voy. Pl. II, fig. 1). Cette longueur n'a rien qui doive étonner l'imagination, puisqu'il existe encore actuellement dans l'Himalaya des glaciers, mesurés par les capitaines Montgomerie et Godwin-Austen (1), plus longs que l'ancien glacier de la vallée d'Argelès. Calculant la pente générale de la surface, en prenant les altitudes du pied des Tours de Marboré ou du sommet de la cascade de Gavarnie, nous arrivons par deux résultats concordants à lui assigner une pente générale moyenne de $0^m,039$.

Des traces qu'un ancien glacier disparu laisse après lui.

Avant de commencer la description de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès, le lecteur nous permettra de lui rappeler en peu de mots quelles sont les traces qu'un grand glacier tel que celui que nous allons décrire laisse après lui ; elles sont de deux sortes : les unes, résultat de l'action mécanique de la masse de glace, descendant sans cesse dans la vallée qui l'enserre, usant, polissant et striant les roches même les plus dures ; les autres consistant en dépôts de matériaux meubles que le glacier transportait à sa surface, matériaux formant les *moraines superficielles*, composées uniquement de blocs et de fragments de toute grosseur, tombés des montagnes voisines. Ces débris, entraînés par le glacier, forment de véritables convois de fragments de roche de toute grosseur, depuis le grain de sable jusqu'à des blocs mesurant 50 et même 100 mètres cubes de volume (2).

---

(1) Voyez, sur ce sujet, Charles Marlins, *Revue des Deux-Mondes*, 15 janvier 1867, p. 410.

(2) Voir, pour plus de détails, le mémoire et la planche de M. Éd. Collomb sur les glaciers actuels, *Annales des Mines*, t. XI, p. 177, 1857.

Quelques-uns de ces convois, reposant sur la rive droite et sur la rive gauche, constituent les *moraines latérales*, dont la hauteur au-dessus du thalweg coïncide avec celle de la surface du glacier. Quand un glacier est simple, il n'a que des moraines latérales; mais s'il est composé de plusieurs affluents, comme celui qui nous occupe, on observe des *moraines médianes* plus ou moins rapprochées de l'axe du glacier. En effet, au confluent de deux glaciers, la moraine latérale gauche de l'un s'adosse à la moraine latérale droite de l'autre, et toutes deux constituent une *moraine médiane*. Dans l'espèce, le glacier de la vallée de Baréges venant rejoindre celui d'Argelès au niveau de Luz, la moraine latérale gauche du premier s'adossait à la moraine latérale droite du second, et les deux traînées de matériaux réunies formaient une moraine médiane partant du promontoire qui sépare la ville de Luz de celle de Saint-Sauveur. De même, plus bas, la moraine latérale droite du glacier de Cauterets rejoignait la moraine latérale gauche du glacier principal, et de leur réunion résultait une moraine médiane dont le point de départ est au pied du pic de Viscos. Les matériaux des moraines superficielles étant transportés doucement, lentement, sans secousses, à la surface du glacier, ne sont soumis à aucune action mécanique, leurs angles et leurs arêtes ne sont pas émoussés; ils restent tels qu'ils étaient au moment de leur chute, sauf les dégradations et les morcellements dus aux agents atmosphériques qui modifient le volume et la forme des roches altérables, mais n'ont aucune action sur celles qui ne le sont pas.

Tous ces matériaux, tombés des montagnes voisines, ne restent pas à la surface du glacier; les uns s'engagent entre la glace et les parois de la vallée, les autres tombent dans les crevasses toujours béantes du glacier; les uns et les autres finissent par gagner le fond, et forment au-dessous de la masse du glacier un dépôt connu sous le nom de *moraine profonde*. Ces matériaux, pressés entre le glacier qui se meut et les roches dures qui l'encaissent, sont soumis comme elles à l'action mécanique du puissant laminoir qui les entraîne en les broyant; ces blocs, ces cailloux sont donc frottés, usés, burinés dans tous les sens, ce sont les *cailloux rayés;* les autres, réduits à l'état de sable ou de poudre impalpable, forment la *boue glaciaire*, véritable émeri toujours imbibé d'eau auquel sont dues les stries de la roche en place et les raies des cailloux mobiles qui composent la moraine profonde. Cette boue joue encore

en géologie un rôle qui n'est pas sans importance; elle ne reste pas toujours en place dans les moraines; l'eau des torrents qui s'échappent des glaciers en est chargée; elle est ensuite transportée au loin par les cours d'eau, et contribue pour une bonne part à la formation des dépôts de loess.

A son extrémité inférieure, le glacier lui-même édifie un troisième genre de moraines. Tous les matériaux composant les moraines superficielles, arrivés à l'escarpement terminal du glacier, par suite de sa progression incessante, tombent, chacun à leur tour, du haut de cet escarpement de glace, et forment ainsi, en s'accumulant, des digues concentriques qui entourent le talus final du glacier, mais reposent sur le sol qui le porte. Ces moraines se nomment *terminales* ou *frontales*; et, tandis que les moraines superficielles sont sensiblement parallèles à l'axe du glacier, celles-ci lui sont perpendiculaires.

Imaginons maintenant que le glacier disparaisse par la fusion, en reculant lentement; voyons quelles traces il laissera de son existence antérieure. Nous ne supposons rien que l'observation des glaciers actuels n'ait permis de constater maintes fois, depuis que l'on observe ceux de la Suisse, dans les vallées habitées de Grindelwald, de Zermatt, du haut Valais et de Chamonix en Savoie. Quand le glacier fond, son extrémité inférieure recule, découvre sa moraine profonde et s'éloigne de sa moraine terminale; mais, en même temps, la glace disparaissant, les blocs des moraines médianes superficielles rejoignent la nappe formée par la moraine profonde, à laquelle ils se superposent; ceux des moraines latérales restent suspendus sur les contre-forts de la vallée, où ils forment de longues traînées dont la hauteur au-dessus du *thalweg* est celle du glacier disparu; ce sont les plus apparentes. Les moraines médianes réunies à la moraine profonde le sont moins; en effet, depuis l'époque glaciaire, les alluvions du cours d'eau qui a remplacé le glacier, les éboulements, les deltas de déjection des torrents éteints ou en activité, en un mot toutes les causes sans cesse agissantes pour combler les vallées, enfouissent peu à peu les blocs et les cailloux rayés, qui ne sont visibles que dans certaines érosions du terrain, ou lorsque des travaux tels que les déblais d'une route, les tranchées d'un chemin de fer ou le creusement des fondations d'un édifice, découvrent la couche glaciaire sous la couche alluviale qui la recouvrait. Il en est de même des roches polies et striées; invisibles, en général, au

fond de la vallée, elles sont parfaitement reconnaissables sur les contre-forts latéraux.

Nous savons maintenant quelles traces un glacier disparu laisse après lui ; appliquons ces notions à l'étude de celui de la vallée d'Argelès telles qu'elles se montrent, depuis son origine, dans le cirque de Gavarnie, jusqu'aux environs de la ville de Lourdes.

Traces de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès.

Transportons-nous au haut de la vallée, au centre du cirque de Gavarnie. Sur les assises crétacées et tertiaires qui forment les gradins de cet immense amphithéâtre, nous voyons encore les glaciers qui sont les restes de celui que nous allons étudier. Descendus des flancs du Taillou, des escarpements de la Brèche de Roland et du pied des Tours de Marboré, ils ne dépassent pas le bord des gradins qui les supportent. Réunis jadis, ils descendaient dans le cirque de Gavarnie, et le remplissaient comme ceux des Alpes remplissent aujourd'hui les cirques qui avoisinent le mont Blanc et la Jungfrau. Dans le cirque même de Gavarnie nous voyons la dernière moraine terminale que le glacier a déposée en se retirant; composée de blocs calcaires, de grès nummulitiques et de brèches fossilifères, elle sépare la portion la plus reculée du cirque du bassin à fond horizontal et nivelé qui le précède; ce fond est uni comme celui de toutes les hautes vallées de la Suisse, et comme eux il mériterait le nom de *Boden* ou plancher, qui leur a été donné.

La vallée de Gavarnie, qui succède au cirque, porte sur ses contre-forts les traces de l'ancien glacier qui l'a occupée. Deux longues terrasses la dominent dans toute sa longueur, depuis Gavarnie jusqu'à Gèdre. L'une, à droite, appelée montagne de Coumely, forme le piédestal des pics de Pimené et de Larrue; l'autre, à gauche, se nomme la montagne de Saugué. Les pâturages à surface inégale, ondulée, de la montagne de Coumely, parsemés de granges à foin et d'étables pour les moutons, indiquent déjà aux yeux exercés du géologue glacialiste une ancienne moraine recouverte d'un tapis végétal de graminées et de plantes alpines, dont les matériaux désagrégés du dépôt glaciaire ont favorisé la croissance. De l'autre côté, la montagne de Saugué forme un contraste frappant avec celle de Coumely. Sa surface nue, composée de schistes bruns et de quartzites à formes moutonnées, contraste par sa couleur et sa stérilité avec

les verts pâturages de Coumely. Les blocs erratiques des deux montagnes sont peu caractéristiques, et cela pour deux raisons : 1° les roches du cirque de Gavarnie sont des calcaires et des grès friables qui, ne résistant pas aux agents atmosphériques comme le granite, ont dû disparaître avec le temps ; 2° les montagnes qui dominent ces deux terrasses sont composées de roches minéralogiquement très-variées : quartzites, schistes micacés, argileux, ferrugineux, calcaires divers, marbres, etc., roches se désagrégeant toutes facilement ; aussi est-il difficile de distinguer les blocs erratiques de ceux d'éboulement. Mais les roches moutonnées de la montagne de Saugué, les anciennes moraines ravinées par les eaux des pâturages de Font-Grane, à l'extrémité sud de la terrasse de Coumely, et celles de Soula à l'extrémité nord de la montagne de Saugué, au-dessus de Gèdre, dénotent suffisamment l'origine glaciaire de ces deux terrasses ; le glacier a pòli et usé les escarpements de la gorge où se trouve l'éboulement appelé le *Chaos ;* on remarque sur la droite de la route une protubérance composée de roches moutonnées, polies, striées, et portant des blocs erratiques. Des roches semblables se remarquent sur la droite de la route, à la descente sur le village de Gèdre.

L'un de nous a mesuré la hauteur des deux terrasses de Coumely et de Saugué, à l'aide d'un baromètre de Fortin, comparé au grand siphon de M. Maxwell-Lyte, à Bagnères-de-Bigorre, dont les observations correspondantes ont servi de base aux calculs (1).

Les granges de Coumely sont à 1,730 mètres d'altitude et à 740 mètres au-dessus du confluent des deux Gaves à Gèdre. A 30 mètres au-dessus des granges nous avons encore trouvé des cailloux de schistes noirs, usés et rayés ; le glacier, pendant son maximum d'extension, s'élevait donc au-dessus de la terrasse. Les granges de Font-Grane sont à 1,690 et à 790 mètres au-dessus du confluent du Gave. Muni d'un niveau à bulle d'air et à réflexion de Meyerstein, nous avons pu mesurer la limite des roches moutonnées de la montagne de Saugué située en face, et déterminer ainsi ce que M. Desor et les géologues suisses après lui ont appelé : *La limite des polis.* Je l'ai trouvée de niveau avec le lambeau morainique sur lequel nous étions

(1) Les calculs eux-mêmes ont été faits par notre ami M. Parès, avec le soin et la sagacité dont il a déjà donné tant de preuves.

placés à Font-Grane. Les cotes de la carte de France indiquent 1,658 pour les granges de Font-Grane, et 1,652 et 1,649 pour la montagne de Saugué.

Un autre lambeau morainique butant contre la montagne de Suberpeyre, au-dessus de Gèdre, prolongement de la montagne de Saugué, est également de niveau avec la terrasse morainique de Font-Grane et à 659 mètres au-dessus du Gave. On peut donc admettre que, pendant une longue période de son existence, le glacier d'Argelès avait, dans la vallée comprise entre Gèdre et Gavarnie, une puissance de 750 mètres environ.

A Gèdre même, M. Émilien Frossard a trouvé, dans les déblais de la nouvelle route, des blocs erratiques de grès crétacé, jaune et friable avec *Ostrea carinata* du cirque de Gavarnie. C'est à Gèdre que commence le granite en place dans la vallée d'Argelès, et, quoiqu'il disparaisse bientôt vers le sud sous les terrains plus modernes, nous ne nous étonnerons pas de trouver en aval de ce village des blocs de granite blanc à l'état erratique.

Entre Gèdre et Luz, on aperçoit çà et là ces lambeaux morainiques et ces roches à formes arrondies qui se trouvent dans toutes les vallées pyrénéennes; des blocs erratiques de granite se trouvent sur les deux flancs de la vallée en aval du triple pont de Scia, près du torrent de Lassariou. Un rocher schisteux arrondi, placé entre la dernière cascade et le Gave, est entièrement recouvert de ces blocs.

Arrivé à Luz, l'ancien glacier de la vallée d'Argelès recevait le puissant affluent de la vallée de Baréges. Il était intéressant d'étudier les traces qu'il a laissées de son passage sur ce point. Placé sur le pont de Luz à Saint-Sauveur, on peut apercevoir, à l'œil nu ou armé d'une lorgnette, des blocs erratiques blancs qui entourent les granges d'Abié. Désireux de les voir de plus près, l'un de nous partit de Luz muni de son baromètre, en traversant le village d'Asté. A 500 mètres environ au-dessus du Gave, il rencontra le premier bloc erratique en face de Saint-Sauveur; à partir de ce point, ils deviennent communs dans les bois de hêtre qui tapissent le flanc de la montagne, et on peut les suivre jusqu'à la plus élevée des granges d'Abié, au pied et sur le chemin du pic Bergons. Les derniers blocs erratiques des granges d'Abié sont à 1,610 mètres et à 924 au-dessus du Gave, sous le pont Napoléon. Le niveau à bulle d'air permit de constater que les blocs erratiques du contre-fort op-

posé s'arrêtent à peu près à la même hauteur au-dessus des villages de Sassis et de Sazos.

A Luz comme à Gèdre, M. Émilien Frossard a trouvé près des ruines des tours de Sainte-Marie des blocs erratiques de grès friable, provenant des assises crétacées du cirque de Gavarnie. En descendant la vallée, on observe des moraines à l'entrée de la gorge étroite de Pierrefitte, et dans cette gorge même, plaqués contre la montagne sur la rive gauche du Gave, des lambeaux morainiques formant des terrasses recouvertes de gras pâturages. Au sortir de la gorge, sur la droite et au niveau de la route, les schistes sont polis sur leur tranchant, lustrés et creusés par des marmites de géant (*pot-holes*) à section circulaire. Là, le glacier recevait le plus puissant de ses affluents, celui qui lui apportait les matériaux erratiques les plus nombreux et les plus indestructibles, les granites de la vallée de Cauterets. Le pic de Viscos (2,141), si remarquable par sa forme pyramidale, était le promontoire au pied duquel se réunissaient les deux glaciers, comparable à l'*Abschwung*, qui sépare les glaciers actuels du Lauter-Aar et du Finster-Aar, dont la réunion forme le glacier inférieur de l'Aar, si bien étudié par MM. Agassiz, Desor, Vogt et Dollfus-Ausset.

Une immense moraine latérale gauche, parfaitement dessinée sur la feuille de Luz de la carte de France, s'étend de l'entrée de la gorge de Cauterets jusqu'à Saint-Savin, sur une étendue de 2 1/2 à 3 kilomètres. Profondément découpée par les eaux qui l'ont ravinée, ses bords sont festonnés par de larges échancrures. Elle porte les cotes de 1,233, 1,303, 1,318 et 1,244, preuve qu'elle est sensiblement horizontale. La surface est en pâturages, et serait désignée sous le nom d'*Alp* par les fruitiers de la Suisse. L'un de nous a étudié plus spécialement cette moraine au-dessus du village d'Arcizans, en compagnie de M. Arthur Jones de Taunton, ecclésiastique anglais qui habitait alors Argelès. De ce point on reconnaît que les flancs de la montagne de l'Escorne-Crabbe sont déchirés par des ravins creusés dans du terrain meuble. Pour un œil exercé, ce sont d'anciennes moraines. Les flancs de la montagne au-dessus d'Arcizans sont couverts d'innombrables blocs erratiques de granite blanc à mica noir. Aux pâturages de Comès, le baromètre démontre qu'ils sont à 1,015 mètres, et à 600 mètres au-dessus du Gave de Pau. En nous élevant sur la moraine, nous remarquâmes des cailloux rayés et d'énormes blocs granitiques faisant saillie au milieu des débris qui les retenaient en place.

De ce point, je constatai, à l'aide du niveau que le pic de Gez (1,097 mètres), qui domine Argelès, est entièrement couvert de blocs erratiques, et M. Arthur Jones s'est assuré depuis qu'ils étaient également granitiques. Nous reconnûmes encore avec la lorgnette que les blocs accumulés sur la montagne située au-dessus des villages d'Ost et de Vidaloz s'arrêtent à une hauteur très-rapprochée de celle à laquelle nous étions nous-mêmes. Tous ces chiffres, comparés les uns aux autres, donnent à l'ancien glacier de la vallée d'Argelès une puissance de 790 mètres au niveau de la ville du même nom.

La ville d'Argelès est elle-même bâtie sur une moraine granitique fort basse, correspondant à l'époque de retrait du glacier; couverte de châtaigniers, elle s'étend sous la forme d'une longue colline en aval d'Argelès jusqu'au village d'Ost, jouant à la fois le rôle de moraine latérale gauche pour le grand glacier d'Argelès, et de moraine terminale pour le glacier affluent par la vallée de Salles. Dans les environs d'Argelès, MM. Émilien Frossard et Arthur Jones ont trouvé à l'état erratique des fragments de la roche devonienne, avec *Retepora reticularis*, originaire du port de la Prade de Gavarnie. La conservation des empreintes délicates de ces polypiers montre que dans ce long trajet ils n'ont été ni roulés par les eaux, ni entraînés entre le glacier et ses parois, mais transportés sans frottement à sa surface, depuis le cirque jusqu'au point où la fusion de la glace les a déposés.

Nous voici parvenus à l'extrémité inférieure de la vallée d'Argelès, au point où elle débouche dans la plaine sous-pyrénéenne (Voy. la carte, Pl. II, fig. 7, ou la feuille de Tarbes de la carte de France). A droite, le pic de Jer s'élève à 950 mètres. Nous voulûmes déterminer sur ses flancs la limite extrême des blocs et mesurer ainsi l'épaisseur du glacier à la sortie de la vallée d'Argelès.

Moraine latérale droite. — Le 24 octobre 1866, au matin, nous allâmes planter notre baromètre au moulin de la Tour (370 mètres), sur les bords du Gave de Pau, et nous nous élevâmes sur le revers occidental du pic de Jer. A mesure que nous montions, les blocs de granite blanc devenaient plus communs, au col qui sépare le grand du petit Jer; à 653 mètres et 283 mètres au-dessus du Gave, nous nous trouvâmes dans un véritable champ de blocs.

Continuant à monter, nous marchions toujours au milieu des

blocs; ils étaient moins nombreux et cessèrent peu à peu (Voy. Pl. II, fig. 2). Le baromètre, près du dernier, nous donna une altitude de 820 mètres ou 450 mètres au-dessus du Gave. De ce point au sommet du pic (950 mètres), nous n'en trouvâmes plus un seul.

Sur le flanc oriental du pic, en descendant vers Louzourme, nous rencontrâmes les premiers débris erratiques à 160 mètres au-dessous du sommet, par conséquent à 420 mètres au-dessus du Gave.

Ce chiffre confirme le précédent (450 mètres) et nous fournit une seconde limite de l'épaisseur du glacier. Le sommet du pic de Jer formait donc, à l'extrémité du glacier d'Argelès, un îlot découvert analogue au *Jardin* de la mer de glace de Chamonix. Sur le revers oriental, à 40 mètres au-dessous de la cote 420 mètres, les blocs de granite blanc redeviennent très-communs; quelques-uns, véritablement énormes, gisent près du monticule dolomitique situé au S. S. O. de Louzourme. Nous en notâmes d'autres autour d'Antalos, et depuis ce village jusqu'aux bords de la Nés, affluent du Gave de Pau, dont les ardoisières exploitées permettent de voir la coupe du terrain, on reconnaît que la montagne est recouverte d'un revêtement morainique sur lequel reposent de nombreux blocs erratiques.

Moraine médiane. — Nous connaissons la moraine latérale droite du glacier. Une disposition orographique spéciale nous permettra d'étudier la moraine médiane enfouie dans les parties supérieures de la vallée sous les alluvions modernes du Gave. En s'approchant de Lourdes, on voit à l'ouest une croupe de montagnes couverte de blocs erratiques, dont quelques-uns se profilent sur le ciel : c'est le Béout, dont le sommet est élevé de 792 mètres au-dessus de la mer et de 422 mètres au-dessus du Gave. Semblable à une borne gigantesque, le Béout s'élève au milieu de la vallée dont le pic de Jer et la montagne d'Exh sont les contre-forts. C'est donc le fond même de l'ancien glacier que nous allons étudier; son action sur la roche sous-jacente se montre avec la dernière évidence. Tous les monticules calcaires qui bordent la route entre Lourdes et le pic de Jer sont moutonnés; mais les actions atmosphériques ont détruit les surfaces polies et effacé les stries. Si, traversant le Gave de Pau, on se dirige par Aspin-les-Angles vers le contre-fort méridional du Béout, on rencontre de nombreux blocs erratiques de granite blanc et de schistes. A mesure qu'on s'é-

lève, les blocs deviennent plus nombreux, et à 300 mètres au-dessous du sommet ils recouvrent entièrement le sol et présentent ces positions bizarres, ces entassements, ces états d'équilibre instable qu'on admire dans les grandes moraines des glaciers actuels. La pente calcaire sur laquelle ils reposent a été sillonnée et creusée par les eaux; c'est une véritable *Karrenfeld*. L'un de ces blocs, reposant sur deux autres beaucoup plus petits (Pl. II, fig. 8), a $4^m,45$ de longueur. Circulant au milieu de ces blocs, on arrive à la crête et l'on se trouve près de ceux qui se profilent sur le ciel quand on regarde le Béout en sortant de la ville de Lourdes; le plus méridional de tous a $4^m,50$ de long, $3^m,70$ de large et 3 mètres de haut; il repose sur du gravier erratique. Un autre, situé plus haut et formant une voûte servant de refuge aux bergers, nous parut le plus gros; il a $6^m,60$ de long, $3^m,30$ de large et $2^m,50$ de haut. Devant lui, à l'est, sur la pente qui regarde Lourdes, s'en trouve un autre dont l'aspect est plein d'enseignement (Pl. I, fig. 9). Incliné de 30° à l'horizon dans le sens de la pente du versant, il repose sur un piédestal calcaire de $1^m,50$ de haut sur $1^m,00$ de large, qu'il surplombe des deux côtés de $1^m,55$ vers le haut de la montagne, et de $0^m,75$ vers le bas. Le bloc protégeant le calcaire situé au-dessous de lui contre l'action destructive des agents atmosphériques est resté *perché* sur un piédestal dont la hauteur nous permet d'estimer l'épaisseur de la couche calcaire enlevée. Au-dessus de ce monolithe, leur nombre ne diminue pas; on aperçoit d'autres blocs perchés; enfin le sommet lui-même (792 mètres, 422 mètres au-dessus du Gave) est un champ de blocs; tous les flancs de la montagne en sont couverts. Nous savons donc déjà que le glacier passait par-dessus le sommet du Béout, et que son épaisseur sur ce point a atteint au moins 422 mètres. Sur la crête septentrionale du Béout, on rencontre encore beaucoup de blocs erratiques, les uns entiers, d'autres brisés dans leur chute, puis ils cessent à 200 mètres environ au-dessus du torrent.

La croupe du Béout, près de Lourdes, correspond au pic de Gez, près d'Argelès. Tous deux sont couverts jusqu'à leur sommet d'innombrables blocs erratiques, tous deux nous donnent pour l'épaisseur du glacier un chiffre minimum qui ne laisse prise à aucune objection, savoir : 682 mètres à Argelès et 422 mètres à Lourdes.

Moraine latérale gauche (Voy. Pl. II, fig. 2, et la carte fig. 7).

Déjà, du sommet du Béout, nous avions remarqué une ligne

de blocs au pied du cône dénudé du Soum d'Exh (914 mètres). Pour y arriver, on traverse les villages d'Aspin-les-Angles, d'Ossun et d'Omex. Ce dernier est bâti sur une ancienne moraine et entouré d'innombrables blocs erratiques. Arrivés sur le bord du plateau qui porte le cône terminal, nous en avisâmes un qui mesurait 9m,50 de long et 4m,50 de large; il s'était brisé dans sa chute. Les derniers forment une ligne sensiblement horizontale, dont le point le plus élevé est à 777 mètres et à 407 mètres au-dessus du Gave.

Le profil (Pl. II, fig. 1) qui accompagne ce mémoire nous donne, pour l'épaisseur du glacier, les chiffres suivants : à Gèdre, 850 mètres; à Saint-Sauveur, 800 mètres; à Pierrefitte, 675 mètres; à Argelès, 600 mètres; au pic de Jer, 412 mètres. Ces chiffres ne sont pas tout à fait d'accord avec ceux que nous avons obtenus par des mesures barométriques directes. Ainsi, à Gèdre nous avons trouvé 659 mètres (montagne de Saugué); à Saint-Sauveur, 924 mètres; à Argelès, 792 mètres; au pic de Jer, 430 mètres. Voici la cause de ces différences : pendant sa longue existence, un glacier ne conserve ni la même longueur ni la même épaisseur, et ne dépose pas toujours des moraines également puissantes sur ses contre-forts; en effet, la puissance de ces moraines dépend de la quantité de matériaux qui tombent sur les glaciers, ou, en d'autres termes, des éboulements qui ont lieu dans les montagnes. Or, rien de plus capricieux et de plus variable que le nombre et le volume de ces éboulements. Nous en avons été témoin pendant les étés où nous habitions le glacier de l'Aar avec MM. Agassiz, Desor et Dollfus-Ausset. Les moraines latérales peuvent correspondre à l'épaisseur maximum, minimum ou moyenne du glacier. Ne voyons-nous pas, à Argelès, une moraine élevée de 792 mètres au-dessus du Gave et une autre élevée à peine de 100 mètres, au débouché de la vallée, l'une à 320 mètres, l'autre à 430 mètres? Ces moraines correspondent évidemment à des épaisseurs *maxima* et *minima*.

Nous ne dirons rien des traces que les affluents de l'ancien glacier d'Argelès ont laissées de leur existence dans les vallées qui débouchent dans celle du Gave de Pau (Voy. Pl. II, fig. 3), espérant que quelque jeune géologue pyrénéen complétera un jour ce travail et achèvera le tableau que nous avons ébauché (1).

---

(1) Au moment de mettre sous presse, nous recevons le *Bull. de la soc. Ramond, Bagnères-de-Bigorre, janv.* 1868. M. Émilien Frossard y raconte

Nous lui signalerons les immenses moraines qui entourent la station thermale de Baréges ; elles descendent presque jusqu'à Luz, car la plus inférieure supporte le village de Serts, et les blocs erratiques descendent jusqu'au bord de la route. Dans l'affluent de Cauterets, les roches granitiques moutonnées qui entourent le pont d'Espagne n'ont de comparable que celles de la Handeck, dans le canton de Berne en Suisse. Quand on compte le nombre immense de petit lacs qui se trouvent dans les hautes vallées des Pyrénées, il est impossible que beaucoup d'entre eux ne doivent leur existence à d'anciennes moraines, comme ceux d'Oo et de Lourdes. Il serait intéressant de les signaler, car l'intime relation qui lie la présence des lacs aux terrains glaciaires est une des questions qui fixent en ce moment l'attention des géologues quaternaires et l'une de celles qui doivent jeter un grand jour sur les modifications profondes que les glaciers ont amenées dans le régime des rivières qui traversent leur ancien domaine.

Moraine terminale.

Sortons de la vallée d'Argelès, et étudions la moraine terminale telle qu'elle se développe au N. de Lourdes : elle forme (Voy. Pl. II, fig. 7, ou la feuille de Tarbes de la carte de France) un grand arc de cercle de 4 à 5 kilomètres de rayon, passant par les villages de Peyrouse, Loubajac, Adé, Juloz et Arcizac-les-Angles. Sortant de Lourdes, sur le chemin de la grotte miraculeuse, près d'un ruisseau au bord duquel se trouve une scierie, il suffit de le remonter de 200 mètres pour trouver les deux sources qui lui donnent naissance ; les rochers qui le dominent offrent de grandes surfaces polies et striées. En revenant à la route et marchant vers la grotte, on remarque des exploita-

---

une ascension qu'il fit au mois de juillet 1867 au pic d'Ardiden (2,670 m.); il a découvert, au débouché de la vallée du Lisey dans celle des Cauterets, une ancienne moraine d'une immense épaisseur et d'une forme remarquable. « Cette moraine a été coupée à sa base par le grand glacier de la vallée de Cauterets, et, tous les ans, la pluie et la fonte des neiges en entraîne les blocs et la boue dans la vallée inférieure, de sorte que, vue d'en bas, elle présente une tranche assez nettement coupée, extrêmement épaisse, et qu'il faut contourner pour arriver aux pâturages qui la dominent. Au haut de cette moraine on se trouve sur un plateau encaissé par les montagnes de presque tous les côtés. Ce plateau se termine du côté de Cauterets par cette moraine et par le précipice formé par l'érosion de sa tranche. » (Page 25.)

tions du calcaire jurassique. Partout où la surface de la roche a été mise à nu, elle est polie et striée; les stries sont dirigées du S. S. E. au N. N. O. Le rocher calcaire qui surplombe la grotte était lui-même une roche moutonnée, comme nous l'avons constaté avant la construction de l'église actuelle. Derrière l'église, la montagne est revêtue d'une couche de boue glaciaire renfermant des cailloux rayés; l'amas se continue plus loin, et la route présente la coupe d'une moraine avec blocs de granite, de schiste, de calcaire et d'ophite. La moraine est surmontée d'une terrasse assez régulière, couverte de prairies et semée de blocs, les uns calcaires, éboulés de la montagne, les autres erratiques. La coupe (Pl. II, fig. 4), dirigée du S. E. au N. O. de la grotte au lac de Lourdes, montre comment les collines crétacées succèdent aux montagnes jurassiques et la distribution des matériaux erratiques sur les unes et les autres.

Nous ne quitterons pas ce point sans parler de l'angle droit que fait le Gave de Pau en sortant de la vallée d'Argelès : c'est le rocher jurassique qui porte le château de Lourdes, ce sont les schistes crétacés plongeant vers le S. qui le détournent brusquement vers l'O. et le forcent à couler de l'E. à l'O., au lieu de continuer son cours dans la direction du S. au N. On s'en assure en descendant dans la ville de Lourdes vers les tanneries qui sont au bord du torrent, et en longeant pendant quelque temps sa rive droite. On voit les schistes crétacés qui font saillie dans le lit même du Gave, et on constate que les dépôts de transport sont complétement étrangers à ce changement de direction, comme ils le sont près de Martigny en Valais à celui du Rhône qui tourne également à angle droit pour se jeter dans le lac de Genève.

Portion occidentale de la moraine terminale.

Examinons maintenant la partie occidentale de la moraine terminale de l'ancien glacier d'Argelès. La route de Lourdes à Saint-Pé et le chemin de fer de Lourdes à Pau nous offrent deux coupes superposées du terrain morainique (Pl. II, fig. 4). Près de la gare de Lourdes, une profonde excavation, faite pour obtenir des matériaux de remblai, a mis à nu des blocs anguleux de 1 à 2 mètres de granite blanc, de schistes ferrugineux, anguleux ou arrondis par le frottement. C'est là que M. Émilien Frossard a trouvé des grès crétacés friables du cirque de Gavarnie, avec oursins, *Pecten*, *Ostrea vesicularis*, *O.*

larva et polypiers. Plus loin, sur le passage à niveau de la route de Poueyferré, on voit une coupe de la moraine avec blocs et cailloux granitiques décomposés, sable et boue glaciaire. Plus loin, une grande surface d'emprunt, pour laquelle on a profondément entamé la moraine, montre un escarpement composé des matériaux les plus disparates : granites, calcaires noirs, marbres blancs, schistes, boue et sable glaciaires, contenant des blocs rayés de 3 mètres de long. Les blocs de calcaire noir présentent des raies aussi distinctes que celles que portent les cailloux analogues qu'on recueille sous le glacier de Grindelwald. Après le passage à niveau sur la route de Saint-Pé, le chemin de fer est tracé sur les alluvions du Gave; la route est au-dessus; on se trouve en face des bois de Subercarrère. Si, traversant la route, on monte sur les collines situées entre le Gave et le lac de Lourdes, on observe un grand nombre de blocs granitiques à partir du Gave jusqu'en haut. Quelques-uns de ces blocs seraient remarqués même dans les Alpes. L'un d'eux, fendu par le milieu, mesure 7 mètres sur $4^m,30$. Un autre, au sommet de la colline (180 mètres au-dessus du Gave), repose par ses extrémités (Pl. II, fig. 10) sur trois autres plus petits; sa longueur est de $5^m,60$, largeur 2 mètres, hauteur de la voûte au-dessus du sol $0^m,93$. Toutes les collines environnantes sont couvertes de fougères, restées incultes à cause du nombre prodigieux de blocs qui les remplissent; de la plus élevée on découvre le petit lac de Lourdes (421 mètres), long de 1,600 mètres et profond de 14 mètres seulement. C'est un lac morainique (Pl. II, fig. 4) borné en aval par une moraine, au pied de laquelle il finit à l'état de tourbière fangeuse. La longueur de cette tourbière est de 150 mètres environ. La moraine le barrant complétement en aval, il se déverse en amont dans le Gave de Pau, qui coule à 70 mètres au-dessous de lui. L'existence de ce lac, le seul qui soit en dehors de la chaîne des Pyrénées, est un fait notable. Comme la plupart des lacs qui entourent les Alpes, il est lié à la configuration du terrain glaciaire et présente le caractère le plus frappant de beaucoup de ces lacs; son écoulement en amont le range dans la même catégorie que les lacs d'Orta, de Varèse, de Côme, au revers méridional des Alpes et de Gérardmer dans les Vosges. Tous les alentours de ce lac sont couverts de blocs erratiques; ils sont surtout abondants vers son extrémité septentrionale, sur les collines de l'une et de l'autre rive. En continuant à se diriger vers Peyrouse, ils deviennent plus rares, quoiqu'ils soient en-

core abondants dans les bois de châtaigniers qui dominent la chapelle ruinée de Sainte-Marguerite.

De Peyrouse, en marchant vers le N., on côtoie la limite de la moraine. Çà et là un gros bloc se montre près de la route cantonale; les murs de clôture sont construits avec des matériaux erratiques; les bois de chênes et de châtaigniers que traverse le chemin, à un kilomètre de Peyrouse, sont remplis de gros blocs. L'un d'eux, situé sur le bord de la route, mesure 6^{m},50 de long sur 4 mètres de haut et autant de large. Au haut de la colline qui porte la villa Mourlès, appartenant à M. Fould, les blocs sont plus rares, quoique le sol soit toujours morainique. Au N. O., sur le plateau, nous les voyons diminuer de nombre et de volume et cesser à un kilomètre environ de la villa, au-dessus du village de Loubajac. Le terrain du plateau se compose d'une argile jaunâtre; les clôtures de pacages, d'ajoncs et de fougères sont en terre; c'est la limite extrême de la moraine éparpillée, qui va se raccorder vers l'E. par Loubajac et Bartrès avec les belles moraines terminales du village d'Adé. Entre Loubajac et Poueyferré, les blocs sont encore disséminés; mais entre ce village et le lac de Lourdes, ils sont accumulés en nombre immense dans les champs incultes et dans les bois. C'est donc ce district que nous recommandons aux géologues qui ne pourraient disposer de beaucoup de temps. Après avoir compté, sur le chemin de fer de Tarbes à Lourdes, les sept moraines échelonnées entre Lourdes et Adé, ils prendront la route de Lourdes à Poueyferré; à 2^{k},45 de la ville, un bloc pyramidal de lumachelle jurassique (Pl. II, fig. 2), haut de 4^{m},50 et fiché dans le sol, marque pour ainsi dire la région des blocs. La route passant près du château ruiné de Saint-Germès est tracée dans le terrain erratique; les blocs sont nombreux et variés : quartzites, granites blancs, schistes maclifères; les plus gros sont autour de la grange appelée *la Bouchède*, dans les bois de châtaigniers. Le plus volumineux, que nous avons mesuré, placé entre trois chênes (Pl. II, fig. 12), a 9^{m},50 de long, 7^{m},40 de large et 2^{m},60 de haut; c'est du granite blanc à mica noir. Un autre se trouve à la lisière du bois, sur le chemin parallèle au lac, au lieu dit *la Canxia*, et est brisé à son quart méridional; il a 6^{m},60 de long sur 3^{m},30 de large; nous le dédions à notre ami M. Émilien Frossard, de Bagnères-de-Bigorre, qui nous a fait connaître cette localité dès 1864. En allant de ce point vers la villa Mourlès, on marche toujours au milieu des blocs, et l'on acquiert la conviction que les moraines de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès

s'étendaient en éventail depuis Peyrouse jusqu'à Loubajac.

Considérant la vallée de Lourdes à Adé, que le chemin de fer de Lourdes à Tarbes parcourt dans toute sa longueur, comme l'axe de la moraine de notre ancien glacier, il nous reste à raccorder les blocs de Loubajac et de Poueyferré avec la dernière moraine d'Adé. Entre Loubajac et Bartrès, on ne trouve que des blocs éparpillés; mais, entre ce village et Adé, les collines sont couvertes de quartzites très-gros, de granites, de schistes maclifères et de quelques blocs de marbre blanc du Vignemale.

Partie orientale de la grande moraine terminale.

La série des moraines terminales comprises entre Lourdes et Adé forme un axe qui divise la moraine terminale de notre ancien glacier en deux portions: l'une, occidentale, plus grande, c'est celle que nous venons de décrire; l'autre, orientale, plus petite, que nous allons étudier. Revenons donc à Lourdes, notre centre d'opération, et dirigeons-nous vers l'est, dans la vallée de Lézignan, sur la route qui mène dans la vallée de Bagnères-de-Bigorre. En partant de la ville, on remarque déjà des blocs sur le versant septentrional du Pic de Jer, puis on aperçoit bientôt ceux du versant oriental; de l'autre côté de la vallée, les blocs granitiques et ophitiques sont communs sur la montagne qui domine Lézignan; ils en atteignent la crête, et descendent sur ses deux versants, qui sont en outre couverts d'un revêtement morainique. Avant d'arriver à Arcizac-les-Angles, la route longe une colline jurassique cotée 497 mètres et 502 mètres. De nombreux blocs erratiques placés sur cette arête se profilent sur le ciel; ce sont des blocs de granite blanc à mica noir, de quartzite et de schistes noirs. Ces blocs sont les derniers dans cette direction; on n'en voit plus à l'est d'Escoubès ou d'Orincles. Les premiers que l'on rencontre à l'ouest d'Escoubès sont à la sortie du hameau de Ponts, 544 mètres; ils deviennent plus communs dans la petite vallée au N. O. de Ponts, près de la ferme de la Pale, et se multiplient à mesure que l'on monte sur le plateau qui porte la cote 602. Ces blocs continuent jusqu'à Juloz et se poursuivent jusqu'à Adé, où ils viennent raccorder la partie orientale de la moraine avec la partie occidentale.

Moraines terminales d'Adé.

Les tranchées du chemin de fer de Lourdes à Tarbes ont coupé une série de moraines terminales, indiquant les points où le glacier, dans sa période de retrait, a stationné plus longtemps.

Les deux premières moraines en partant de Lourdes (Pl. II, coupe 5) se trouvent au contour du chemin de fer lorsqu'il s'infléchit vers le N. Elles se composent de cailloux arrondis, mais portant à leur surface des blocs anguleux. Les deux suivantes sont moins marquées, mais les trois dernières, de 6 à 10 mètres de hauteur situées près du village d'Adé, présentent l'ensemble des caractères qui distinguent les moraines terminales les mieux accusées. On y remarque de gros blocs granitiques, des schistes, des calcaires noirs, en fragments anguleux et arrondis et des lentilles de sable argileux très-fin, véritable boue de glacier. Elles se continuent vers l'O. jusqu'aux contre-forts de la vallée, qui sont couverts de blocs éparpillés.

La sixième moraine (Pl. II, fig. 6) est sous le pont du chemin de fer, et porte le village d'Adé; elle est dirigée de l'E. N. E. au S. S. O. Sa largeur est égale à la longueur du village; sa hauteur varie de 6 à 8 mètres; elle se compose des mêmes éléments que la précédente. La septième et dernière moraine frontale a été coupée par le chemin de fer à son extrémité orientale. Sur le versant S. de cette moraine, on aperçoit un certain nombre de blocs de grès et de veines de quartz. Sur la moraine même, dans le bois de châtaigniers qui la recouvre, gisent de nombreux blocs erratiques de granite. Elle se prolonge vers l'ouest en se raccordant avec l'erratique de Bartrès et de Loubajac.

La dernière moraine d'Adé est suivie d'une surface plane nivelée, véritable *Boden*, comme on les observe si souvent devant les glaciers actuels.

Au delà d'Adé commence la plaine nivelée au milieu de laquelle est située la ville de Tarbes; elle est formée par un sable fin, argileux, jaunâtre, d'une grande épaisseur, correspondant parfaitement au *lehm* ou *loess* de la vallée du Rhin; comme lui, il représente la boue glaciaire entraînée par les eaux pendant et après la période d'extension. La première colline coupée par le chemin de fer, au lieu dit Cazalerès, n'est plus morainique; ce sont des schistes métamorphiques traversés par un dyke d'ophite dont les parties exposées à l'air se décompo-

sent en boules. Près de la surface du lehm, on observe souvent une nappe de cailloux roulés et, çà et là, quelques petits blocs arrondis d'origine pyrénéenne. Ce lehm se prolonge dans la direction de Bordeaux, par Tarbes et Caussade, jusqu'à Aire dans les Landes, sur une longueur de 72 kilomètres; c'est seulement après Cazerès et Grenade sur l'Adour que le sable des Landes, accompagné d'un sol noir et tourbeux, succède au lehm sous-pyrénéen; c'est donc une teinte à changer dans la carte géologique de la France de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, qui prolongent les sables des Landes jusqu'au pied des Hautes-Pyrénées.

Distribution des matériaux erratiques dans la moraine terminale.

Quoique nous ayons indiqué la nature des roches erratiques que nous avons observées sur différents points de la moraine, nous croyons devoir résumer ce que nous avons vu à cet égard, afin de montrer combien cette distribution est d'accord avec les faits que l'on constate sur les glaciers actuels. Nous avons déjà fait observer que l'existence de ces matériaux, sans discontinuité sur toute la surface limitée par une demi-circonférence, depuis Peyrouse jusqu'à Arcizac-les-Angles, passant par Loubajac, Adé et Juloz, prouve que les moraines s'étaient étalées comme elles le sont sur les glaciers actuels de l'Aar (1). D'une manière générale, la moraine s'est beaucoup plus étendue vers l'occident que vers l'orient; cela devait être, puisque les affluents du glacier sont plus nombreux et plus puissants sur la rive gauche que sur la rive droite. Les granites blancs à cristaux de tourmaline, originaires de la vallée de Cauterets, dominent dans la partie occidentale, tandis que les ophites et les quartzites caractérisent plus spécialement la partie orientale. Les ophites ne forment pas de grands massifs, comme le granite; elles se montrent sous forme de boutons épais, au château de Gers, en aval d'Argelès, au village de Cheust, dans la vallée de Juncalas, et surtout au pied du calvaire de Lourdes, toutes ces localités situées sur la rive droite de la vallée. D'après cette distribution, on comprend que les ophites dominent dans la partie orientale de la moraine terminale. Les schistes et les quartzites sont si communs dans les Hautes-Pyrénées, qu'on conçoit facilement qu'ils se rencontrent sur tous

(1) Voyez Agassiz, *Nouvelles études sur les glaciers*, pl. III.

les points de la moraine terminale. Les schistes maclifères avec andalousite, communs autour de Saint-Germès, à l'état erratique, proviennent, suivant M. Frossard, de la vallée de Pragnères. Les marbres blancs qu'on rencontre çà et là dans la partie occidentale de la moraine se trouvent en place autour du glacier actuel de Vignemale. Mais les erratiques les plus remarquables sont les schistes dévoniens avec *Retepora reticularis*, originaires du Port et de la Prade de Gavarnie et du voisinage de Gèdre; puis les grès crétacés de l'entrée du cirque de Gavarnie, avec *Ostrea carinata*. Les fragments en sont anguleux et les grès tellement friables qu'on ne saurait un instant supposer un transport par les courants diluviens.

En transportant ses matériaux, l'ancien glacier d'Argelès s'est donc comporté comme un glacier actuel.

CONCLUSIONS.

En résumé, nous constatons dans une des principales vallées des Pyrénées, la vallée d'Argelès, l'existence d'un ancien glacier, d'une étendue de 53 kilomètres. Il sortait de la région montagneuse; il venait étaler ses moraines terminales dans la plaine ondulée sous-pyrénéenne et s'avançait jusqu'à 15 kilomètres de Tarbes, à l'altitude de 400 mètres. Son point de départ sur les hautes sommités qui séparent la France de l'Espagne était à l'altitude moyenne de 3,000 mètres environ. La pente moyenne de sa surface était de 0,039.

Ce glacier, y compris ses affluents et ses névés supérieurs, en un mot son bassin hydrographique, couvrait une surface d'environ 1400 kilomètres carrés, ou 140,000 hectares.

En étudiant les traces qu'il a laissées sur le sol, nous avons vu qu'il se comportait comme tous les glaciers connus; il transportait des matériaux d'un fort volume et en même temps des menus débris que nous trouvons sous forme de moraines, exactement à la place qui leur est assignée par les lois acceptées du mouvement de translation des glaciers, et en affectant une disposition qui exclut tous les autres modes de transport naturels.

En même temps ce glacier a usé, buriné les roches résistantes avec lesquelles il s'est trouvé en contact; puis, en troisième lieu, les boues produites par ce frottement continu de la glace contre la roche, expulsées ensuite par les eaux de fonte et les torrents glaciaires, ont contribué à former la matière

première de ce *loess* qui couvre au loin la plaine bien au delà du périmètre occupé par l'ancien glacier.

Ainsi, transport des blocs, usure des roches, et formation de *loess*, sont trois phénomènes contemporains, synchroniques, provenant d'une seule et même cause.

Il est à remarquer que ce glacier n'est pas une exception dans les Pyrénées; déjà, en 1841, de Charpentier avait fait observer que ses études sur cette chaîne de montagnes l'avaient amené à conclure qu'elle avait fourni des matériaux erratiques tout aussi bien que les Alpes, mais dans des proportions moins gigantesques (1); il signale des dépôts glaciaires dans les vallées de Lavedan, d'Aspe, d'Ossun, de Campan, d'Aure, de Luchon, d'Arran, de l'Aude, de la Teta, du Tech. Les glaciers étant le résultat d'un phénomène météorologique qui prend sa source dans l'enveloppe gazeuse de la terre n'ont pu être confinés dans une vallée unique d'une chaîne de montagnes; toutes les vallées des Pyrénées centrales ont dû, à la même époque, être plus ou moins encombrées par les glaces.

Notre travail montre que la plupart des auteurs qui ont décrit le diluvium et les blocs erratiques sous-pyrénéens ont été dans l'erreur, lorsqu'ils en ont attribué la cause, soit à des courants violents, soit à des masses boueuses chargées de blocs, courants provenant de la fonte subite des neiges, occasionnée par des gaz qui se seraient fait jour lors de l'apparition des ophites (2). Il est au contraire démontré que le transport de tous ces matériaux s'est effectué avec une extrême lenteur; il suffit de jeter un coup d'œil sur la coupe d'une moraine fraîchement mise à nu par une tranchée de chemin de fer, comme celle d'Adé (Pl. II, fig. 6), pour voir que cet ensemble de débris n'est point le résultat d'un cataclysme; il n'y a rien eu de violent dans son mode de translation et de dépôt; il en est de même des blocs semés à profusion sur les collines qui entourent le lac de Lourdes, la plupart avec leurs arêtes vives et leurs angles aigus; il n'y a jusqu'à présent qu'un glacier, sans l'intervention de courants d'eau ou de boue, qui puisse expliquer leur position actuelle.

Il y a plus, si l'on veut remonter à l'origine du phénomène des anciens glaciers, à la cause de leur grande extension, il

---

(1) De Charpentier, *Essai sur les glaciers*, Lausanne, 1841, p. 210.

(2) H. de Collegno, *Annales des sciences naturelles*, vol. II, p. 191, 1842, — *Bull. Soc. géol.*, 1re série, vol. XIV, p. 402, 1843.

n'est pas nécessaire de faire intervenir les mots de révolution ou de cataclysme. On peut très-bien concevoir qu'à la fin des dépôts tertiaires ou au commencement de l'époque quaternaire, époques qui, soit dit en passant, ne sont que les précurseurs de l'ère actuelle, notre hémisphère était arrivé au point où la distribution des terres et des mers était bien différente de ce qu'elle est aujourd'hui.

Les observations les plus récentes ont démontré que le Sahara avec sa fournaise ardente (1) n'existait pas; l'Angleterre presque tout entière, pendant cette période, a été plusieurs fois, suivant M. Lyell, soumise à des oscillations qui l'ont submergée et immergée. A cette époque, la Baltique était en communication avec la mer Blanche; le nord de l'Allemagne et une grande partie de la Russie étaient plongés sous les eaux froides de la mer du Nord. Cet envahissement séculaire des mers sur les terres, ce changement de proportion relative de la portion émergée et de la portion immergée de la surface terrestre, ont dû apporter avec lui un changement correspondant dans le climat; l'air était probablement plus humide, les hivers longs et relativement chauds, les étés courts et frais, quoique la moyenne de l'année ne fût peut-être pas très-inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui.

L'Europe avait peut-être un climat maritime comme celui de la Nouvelle-Zélande, à la latitude de 40 à 50 degrés S. (2), où certains glaciers, tels que celui de Tasman, descendent maintenant jusqu'à 210 mètres au-dessus du niveau de la mer, au milieu de forêts de fougères en arbres, de *Dracœna*, de *Metrosideros*, de *Podocarpus*, de *Dammara*, etc., qui ne prospèrent chez nous que dans les serres humides et tempérées.

Dans de pareilles conditions géographiques et atmosphériques, il devait tomber beaucoup de neige en hiver; elle s'accumulait sur les sommets et dans les cirques des montagnes; les étés brumeux n'étaient pas suffisants pour la faire fondre en totalité; l'alimentation l'emportait sur la fusion; le reste, le *stock* des neiges de chaque année, s'ajoutant à lui-même, accumulé pendant des siècles, devait finir par donner lieu à une très-grande extension des glaciers.

Cet état de choses n'a rien qui éveille l'idée de révolutions géologiques; c'est la suite naturelle et normale du mouvement

(1) Ch. Martins, *Du Spitzberg au Sahara*, p. 552.
(2) De Hochstetter, *Neu Seeland*, p. 340 et 349.

lent, séculaire, de l'écorce terrestre, de la pellicule flexible que nous habitons.

Si les anciens glaciers ont disparu, ne laissant que quelques témoins dans les hautes régions et dans les hautes latitudes, n'est-il pas naturel d'en chercher la cause dans la suite lente, non interrompue de ces mêmes oscillations de la surface terrestre dans un sens inverse : par exemple, le desséchement de la mer Saharienne, de l'Égypte, de l'Arabie, la naissance du *Gulf-Stream*, le retrait de la mer froide du Nord, changements qui ont dû amener à leur suite un réchauffement suffisant de cette portion des continents, pour faire reculer les glaciers ?

Ce qui paraîtra peut-être paradoxal, c'est qu'à la suite de ces changements on pourrait peut-être dire que l'Europe est maintenant dans une période exceptionnelle de réchauffement ; si les grands glaciers n'existent plus, c'est parce que les causes que nous venons d'énumérer, l'existence de nouvelles terres, de nouveaux continents, ont diminué dans une proportion sensible la surface d'évaporation des mers et desséché l'atmosphère ; mais rien ne nous dit que cet état de choses doive durer éternellement ; les modifications incessantes de la surface terrestre nous ramèneront peut-être, dans les siècles futurs, au point où nous étions au commencement de l'époque quaternaire.

APPENDICE.

Faune correspondant à l'époque glaciaire dans la plaine sous-pyrénéenne.

Nous ne croyons pas pouvoir terminer ce mémoire par un document plus intéressant que la liste des mammifères vivants, éteints ou émigrés de la plaine sous-pyrénéenne, que nous devons à l'obligeance de notre ami M. Édouard Lartet ; elle comprend vingt espèces principales, dont les restes ont été trouvés dans les alluvions quaternaires, les cavernes et autres gisements du sud-ouest de la France en général et des départements qui touchent aux Pyrénées en particulier. M. Alphonse Milne-Edwards y a joint celle des oiseaux enfouis dans les cavernes de la même région. Quelques-uns de ces animaux ont vécu dans les plaines pendant que les montagnes étaient couvertes de grands glaciers ; ils y trouvaient des retraites assurées et une nourriture abondante ; car l'humidité de l'air devait être favorable à une végétation luxuriante. Le régime des rivières

était également bien différent de ce qu'il est aujourd'hui; la fonte annuelle des glaciers donnait aux torrents et aux cours d'eau une puissance dont les grandes inondations peuvent seules nous donner une idée; l'Éléphant velu, l'Hippopotame, le Rhinocéros, le Renne, paissaient dans les prairies marécageuses, en même temps que le Narval et le Morse vivaient dans les eaux froides de la Manche.

Faune du sud-ouest de la France pendant l'époque quaternaire.

« 1° ANIMAUX DISPARUS. — *Elephas antiquus*, Falc.; *E. primigenius*, Blum.; *Rhinoceros Merckii*, Kaup.; *R. tichorhinus*, Cuv.; *Bos primigenius; Cervus megaceros*, Hartm.; *Ursus spelæus*, Rosenm.; *Felis spelæa*, Goldf.; *Hyæna spelæa*, Goldf.; *H. striata*, Zimmerm.; — *Grus primigenia*, Alph. M. Edw.

« 2° ANIMAUX ÉMIGRÉS. — *Bison europæus*, Cuv.; *Ovibos moschatus*, de Bl.; *Cervus Tarandus*, L.; *Capra hispanica*, Schimp.; *Antilope rupicapra*, Erxl.; *A. Saiga*, Pall. *Arctomys Marmota*, L.; *Spermophilus*, voisin du *S. Parryi*, Richards; *Felis Lynx*. — *Castor europæus*, Brandt; *Stryx lapponica*, Gm.; *Tetrao lagopus*, L.; *T. albus* et *T. urogallus*, L.; *Pyrrhocorax alpinus*, Vieill.

« 3° ANIMAUX EXISTANT ENCORE DANS LA CONTRÉE. — *Gypaetes barbatus*, Temm.; *Milvus regalis*, Vieill.; *Falco tinnunculus*, Vieill.; *Buteo cinereus*, Gm.; *Hirundo rupestris*, Temm.; *Corvus corax*, Vieill.; *C. picca*, Temm. »

L'ensemble de cette faune est celle d'un pays froid, et la zoologie confirme ainsi complétement les données de la géologie. Parmi ces animaux, quelques-uns sont complétement éteints et disparus, d'autres ont émigré, la plupart vers le Nord; tels sont : le Bison, le Bœuf musqué, le Renne, le Cerf d'Irlande, le Spermophile, la Chouette de Laponie. Le Castor ne se trouve plus que dans le delta du Rhône. Quelques espèces se sont réfugiées dans les montagnes, soit que le climat de la plaine soit devenu trop chaud pour elles, soit que la présence de l'homme les ait chassées; telles sont : le Chamois, le Bouquetin d'Espagne, la Marmotte, le Lynx, le Tétras et le Chonca. Pour compléter cette liste, il faudrait, suivant M. Lartet, y ajouter toutes les espèces sauvages vivant aujourd'hui dans la contrée, excepté peut-être la Genette (*Viverra Genetta*, L.) qu'il croit d'introduction récente; mais, suivant lui, tous les autres animaux sauvages ont vécu pendant l'époque glaciaire et traversé celles qui lui ont succédé.

Nous ferons remarquer, en terminant, qu'à cette liste il faut ajouter l'homme, dont les ossements fossiles ou des restes de son industrie ont été trouvés dans les mêmes gisements, ou dans des gisements identiques de la même époque, avec des restes d'Éléphants, de Rhinocéros, de Rennes, de grand Ours des cavernes, etc.; c'est la première période de l'âge de la pierre (1); même, d'après les découvertes les plus récentes, l'homme remonterait beaucoup plus haut dans la série des temps; M. l'abbé Bourgeois aurait trouvé des traces de son existence à la fin de l'époque tertiaire miocène, et M. J. Desnoyers pendant l'époque pliocène, longtemps avant le grand développement des glaciers.

Cette liste répond en même temps aux objections de quelques personnes, qui supposent que les anciens glaciers, par suite du grand froid, ont mis fin, ont tué la faune qui vivait dans la contrée avant leur extension; mais nous avons vu que les glaciers pouvaient très-bien prospérer sans qu'il soit nécessaire d'appeler un grand froid à leur aide. Les animaux n'ont point été détruits par les glaciers; quelques-uns se sont éteints, d'autres ont émigré; mais ils ont été remplacés : la vie n'a point été suspendue; les faits paléontologiques, comme les faits physiques, se sont succédé avec une extrême lenteur, sans changements brusques, sans révolution violente; M. Lartet a démontré qu'entre la faune de l'époque pliocène et la faune quaternaire qui l'a suivie, il n'y a pas de différence tranchée; puis, entre la faune quaternaire et les animaux actuels, il est impossible d'apercevoir une limite saisissable; la série est continue et non interrompue; l'homme de l'âge de la pierre a donc pu, comme les animaux qui figurent sur notre liste, assister à la naissance, au grand développement et à la retraite des anciens glaciers.

---

(1) On trouvera des détails à ce sujet dans le *Compte rendu des travaux du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique*, tenu à Paris en août 1867. — Voir les mémoires, notes et communications de MM. Éd. Lartet, C. Vogt, de Mortillet, abbé Bourgeois et autres.

Séance du 2 décembre 1867.

PRÉSIDENCE DE M. DE VERNEUIL.

M. de Lapparent, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Aguillon, ingénieur des mines, à Albi (Tarn); présenté par MM. Gruner et Alb. de Lapparent.

Koch (Jean-Jacques-Charles), directeur des forges et hauts-fourneaux de Toja, près Bastia (Corse); présenté par MM. d'Archiac et Locard.

Lez (Achille), conducteur des ponts et chaussées, à Lorrez-le-Bocage (Seine-et-Marne); présenté par MM. Ch. Sainte-Claire Deville et Belgrand.

Moreno Maiz (T.), de Lima, docteur en médecine, rue Monsieur-le-Prince, 48, à Paris; présenté par MM. Daubrée et Hébert.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. J. Capellini, *Fossili infraliassici dei dintorni del golfo della Spezia*, in-f°, 101 p., 10 pl., Bologne, 1866; chez Gamberini et Parmeggiani.

De la part de M. J. Curioni, *Sulla carta agronomica dei dintorni di Parigi e sulla carta litologica dei mari di Francia eseguite dal prof. Delesse*, in-8°, 6 p.; Milan, 1867; chez Bernardoni.

De la part de M. Ernest Favre, *Remarques sur la seconde édition de la carte géologique de la Suisse de MM. Studer et Escher de la Linth*, in-8°, 19 p.; Genève, 1867; chez Ramboz et Schuchardt.

De la part de M. Jules Martin :

1° *Mers jurassiques*, in-8°, 15 p., 3 pl.; Dijon, 1866; chez J. E. Rabutôt.

2° *Lettre à M. le vicomte d'Archiac sur les brèche et caverne à ossements de Santenay (Côte-d'Or)*; in-8°, 16 p.; Dijon, 12 juin 1867; chez J. E. Rabutôt.

De la part de M. Alphonse Milne Edwards, *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France;* in-4°, 5e à 12e livraisons; Paris, 1867; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. Roderick I. Murchison, *Siluria;* in-8°, 4e édition; 566 p., 41 pl.; Londres, 1867; chez John Murray.

De la part de M. F. J. Pictet, *Notice sur les calcaires de la Porte de France et sur quelques gisements voisins;* in-8°, 20 p.; Genève, 1867; chez Ramboz et Schuchardt.

De la part de MM. B. Studer et A. Escher de la Linth, *Carte géologique de la Suisse;* 2e édition, 4 feuilles; Winterthur, 1867.

De la part de M. J. L. Beete Jukes, *Geological map of Ireland;* 1 feuille grand-aigle; juillet 1867; Londres, chez Edw. Sandford. — Dublin, chez Hodges et Smith.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. — 1867, deuxième sem.; T. LXV, nos 21 et 22; — Table du 1er sem. de 1867, T. LXIV, in-4°.

Annuaire de la Société météorologique de France; T. XIV, 1866; *Bulletin des séances*, f. 27-36; in-8°.

Bulletin des séances de la Société I. et centrale d'agriculture; août 1867, in-8.

L'Institut, nos 1768 et 1769; 1867; in-4.

Société I. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — *Revue agricole, etc.;* septembre 1867; in-8.

The Athenæum; nos 2091 et 2092; 1867; in-4.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt; 1867, n° 15, in-4.

Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden, novembre, octobre et décembre 1866; in-8.

Revista minera, 15 novembre 1867; in-8.

M. le Président présente à la Société, de la part de M. Murchison, la quatrième édition de son ouvrage *Siluria* (V. la *Liste des dons*).

M. Marcou offre, de la part de M. Beete Jukes, une carte géologique de l'Irlande (V. la *Liste des dons*).

M. Marcou, en présentant pour la bibliothèque de la Société un certain nombre de catalogues publiés par diverses nations à l'occasion de l'Exposition universelle, fait remarquer que dans le catalogue de la section anglaise il y a dans la liste des commissaires de Sa Majesté britannique le *Président de la Société géologique* (*for the time being*), c'est-à-dire le Président de la Société pendant l'année qu'aura lieu l'Exposition universelle. Il est bien regrettable, ajoute-t-il, qu'en France on n'ait pas agi de la même manière, et que notre Président n'ait pas fait partie des commissaires français, d'autant plus, dit M. Marcou, que notre Président de cette année est un paléontologiste et un géologue hors ligne, l'honneur de la science en France; qu'il y avait à l'Exposition un assez grand nombre de collections paléontologiques, et que, dans toutes les commissions du jury international, on ne trouve pas le nom d'un seul paléontologiste. Cette lacune est au moins aussi singulière que l'oubli du Président élu par tous les géologues français, pour faire partie de la Commission impériale, dans un pays comme le nôtre, où tout repose sur le suffrage universel.

M. le Président, en présentant la carte de la Suisse (V. la *Liste des dons*), communique la lettre suivante de M. Studer :

Lettre de M. B. Studer à la Société géologique de France sur la 2e édition de la carte géologique de la Suisse.

Messieurs,

Il vous aura été offert de la part des éditeurs de notre carte, l'Établissement topographique de Winterthur, un exemplaire de sa 2me édition, et je me permets de vous soumettre sur ce

travail quelques réflexions, que peut-être vous ne jugerez pas indignes de votre attention.

La 1re édition de la carte se trouvant épuisée, il y a environ dix ans, M. Ziegler, chef de l'établissement même, nous proposa, à M. Escher et à moi, de nous charger d'une nouvelle édition revue et conforme aux résultats de la géologie actuelle. M. Escher, n'ayant en vue que les intérêts de la science, ne balança pas à accéder à cette flatteuse demande. De mon côté, plusieurs raisons me faisaient hésiter. Une grande part des faits géologiques que nous avions publiés dans la 1re édition étaient, même hors de la Suisse, le fruit de nos propres observations, tandis que, dans l'intervalle qui s'était écoulé, l'activité d'autres géologues, suisses et étrangers, nous avait devancés. Une partie de leurs travaux était publiée ou sur le point de paraître, d'autres demandaient encore des années avant d'être achevés. Nous venions d'ailleurs de former notre Commission géologique qui, en publiant au fur et à mesure les feuilles de l'atlas fédéral du général Dufour, levées géologiquement par des hommes jeunes encore et remplis de zèle, promettait, sous le patronage de la Confédération, un travail plus exact et à plus grande échelle. Il me répugnait de copier scrupuleusement des cartes avec lesquelles je ne pouvais pas toujours tomber d'accord, et, cependant, il ne me semblait pas convenable d'en profiter, en y puisant des changements arbitraires; je reculais aussi devant un travail difficile et de longue durée, qui risquait d'être dépassé par les cartes annoncées de divers côtés et par les feuilles que notre Commission allait publier. D'autre part, je ne me cachais pas l'intérêt qui s'attachait à une carte d'ensemble, facilement maniable et dont la publication ne fût pas renvoyée à un terme indéfini. Nous préférâmes, en conséquence, nous décharger d'une trop grande responsabilité, en invitant M. Bachmann, auteur de différents mémoires géologiques justement appréciés, élève de M. Escher et actuellement fixé à Berne, à vouloir prendre sur lui ce travail, principalement de compilation, tout en nous engageant à soutenir M. Bachmann dans son œuvre par tous les moyens dont nous pouvions disposer. M. Escher naturellement s'occupa surtout de la moitié orientale de la carte, de manière que, pour cette partie, le travail de M. Bachmann devint inutile, et que sur le titre, pour être justes, le nom de M. Escher aurait dû être placé à côté de celui de M. Bachmann. En profitant des cartes publiées par les géologues autrichiens et lombards, M. Escher eut encore à sa dis-

position des communications manuscrites, qu'il dut à la bienveillance de M. Stoppani sur les Alpes de la Lombardie, de M. Théobald sur les Grisons, de M. de Fritsch sur le Saint-Gothard, de M. Müller sur la vallée de Maderan, de M. Kaufmann sur les environs du lac de Lucerne, de M. Mosch sur le Jura septentrional. La moitié occidentale de la carte reçut des changements assez considérables d'après les cartes publiées par MM. Alph. Favre, A. Sismonda et Renevier, et les communications manuscrites de M. Gilleron sur les Alpes de Fribourg, et de M. Jaccard sur le Jura Vaudois. Toutes ces additions et rectifications distinguent heureusement cette 2e édition de la 1re. Les couleurs sont aussi, pour la plupart, mieux choisies, et, si je ne me trompe, l'ensemble de la carte se présente mieux à l'œil du géologue. Quelques inégalités dans l'exécution des deux moitiés trouveront peut-être leur excuse dans la coopération de trois auteurs indépendants et dans les distances qui séparent Berne, Zurich et Winterthur.

Si maintenant nous passons en revue les différents terrains, ils nous donneront occasion de présenter plusieurs remarques, dont quelques-unes du moins ne seront pas jugées insignifiantes.

Et d'abord, je regrette que, pour la *mollasse*, on ait choisi une couleur trop pâle qui ne se distingue qu'avec peine du blanc. Il en résulte que la mollasse marine tranche trop auprès de la mollasse d'eau douce, et que les étages de la mollasse, dont la flore et la faune des couches les plus basses et les plus supérieures ont tant d'espèces et des plus dominantes en commun, font l'effet de terrains bien plus différents entre eux que ceux indiqués dans le trias ou le jura. Nul doute que, si la mollasse marine était supprimée, jamais on n'aurait pensé à séparer la mollasse du lac de Genève de celle des lacs de Zurich et de Constance, et encore, s'il était possible d'examiner les dépôts qui se forment actuellement à l'embouchure de nos fleuves océaniques, nous trouverions sans doute un ordre de choses tout analogue à celui que nous présente le terrain de mollasse dans son ensemble. — Par mégarde, on a omis d'indiquer sur la moitié orientale, à Beningen, le calcaire d'eau douce, qui, cependant, est annoncé dans le tableau des couleurs. — On remarquera qu'au midi de la grande ligne anticlinale de la mollasse signalée dans la 1re édition, on a indiqué dans la nouvelle édition deux lignes, l'une synclinale, la plus rapprochée des Alpes, anticlinale. C'est d'après des ondulations de très-peu

d'étendue en largeur, que M. Kaufmann a signalées dans la mollasse qui plonge vers les Alpes. Ces petits détails, qui ont leur valeur dans un travail spécial, ne devraient peut-être pas trouver place dans une carte à petite échelle, où ils risquent de masquer des faits plus importants. — La légende de la mollasse d'eau douce inférieure, à laquelle on a joint le tongrien, pourrait faire croire que nous regardions ces deux terrains comme parallèles ou identiques. Ce serait une erreur. La connexion de ces terrains, très-différents par leur faune, est simplement motivée par l'impossibilité, dans laquelle nous nous trouvons pour le moment, de préciser leurs limites. Le tongrien, qui s'avance des environs de Mayence, par la vallée du Rhin jusqu'à Delémont dans le Jura, ayant été confondu jusqu'en 1853 avec la mollasse, nous ignorons si depuis on a cherché à en faire la séparation. — Le terrain de mollasse est en grande partie couvert par le terrain erratique, des graviers et sables, et d'autres dépôts récents ou quaternaires. Ces terrains n'étant pas compris dans la carte, l'on a donné en général à la mollasse plus d'extension que sa superficie à découvert n'occupe dans la nature.

Les limites du terrain de *flysch* en Savoie ont dû être considérablement changées d'après la carte de M. Favre. Le calcaire bréchiforme du Chablais, qui entoure la partie supérieure de la vallée de la Dranse, avait été désigné dans notre 1re édition comme flysch, d'après l'identité de la roche avec des variétés du grès du Niesen et du Simmenthal. Depuis, M. Favre a réussi à y trouver des fossiles liasiques, et je me suis naturellement conformé à cette détermination posée sur des bases plus solides. Il reste à décider si une partie du flysch à l'est du Rhône ne devrait pas subir la même transformation, et je le présume surtout, d'après l'absence des fucoïdes et l'identité de la roche, pour celui qui s'étend de la Gummfluh, à l'ouest de la Sarine supérieure, à Zweisimmen. Cette roche, cependant, est intimement liée à un calcaire qui renferme des fossiles kimmeridgiens et repose dessus, et il est assez probable que cette transition à l'état bréchiforme n'est pas bornée au calcaire du lias. Dans l'incertitude, je l'ai laissée comme flysch, en suivant une règle de M. de Buch, qu'en géologie l'erreur valait mieux que le doute.

Une autre incertitude concerne le *grès de Taviglianaz*, ou grès moucheté de MM. Gueymard et Lory. Cette roche remarquable, qui semble être un tuf dioritique, est assez répandue en

Savoie, et se montre encore très-puissante en Dauphiné à la montagne de Chaillol, à l'E. de Saint-Bonnet. Malheureusement, ni M. Favre, ni M. Lory n'ont marqué ce grès sur leurs cartes, en sorte que, pour la Savoie, j'ai été réduit à mes anciennes observations, et je dois dégager M. Favre de toute responsabilité à cet égard.

Le terrain *nummulitique* n'a pas dû être considérablement modifié. Il a dû être élargi sur quelques points, comme au-dessus de Sion en Valais, où on le trouve sur les hauteurs du versant méridional, recouvrant le terrain crétacé; il a été restreint sur d'autres points. La partie qui, plus que toute autre, mérite de fixer notre attention, est celle qui, sur l'ancienne édition de la carte, occupe la place des deux Scheidegg et du Schilthorn, sur la ligne de Meyringen à Lauterbrunnen. Le Faulhorn, dont les couches plongent au midi, avait été déterminé comme néocomien par Alc. d'Orbigny, d'après les Ammonites et les Bélemnites recueillies par MM. Bravais et Martins (*Bull.* 1842). Ces fossiles doivent se trouver à Paris. Adossée à ce néocomien et inclinée comme lui, se trouve une masse très-puissante de schistes noirs lustrés, en partie très-quartzeux, connus dans le pays sous le nom de Roche-de-fer (*Eisenstein*), probablement d'après leur couleur et l'éclat semi-métallique de quelques variétés. N'y trouvant pas de fossiles, mais ayant connaissance de Nummulites aux deux bouts dans une roche analogue, à Rosenlaui et aux environs de Mürren, j'avais colorié dans la 1re édition ces schistes comme nummulitiques. Depuis, j'ai redoublé mes efforts pour y trouver des restes organiques, et, quel fut mon étonnement, lorsque enfin nous réussîmes à y découvrir des *Trigonia costata*, des *Ammonites Murchisonæ* et d'autres fossiles moins caractéristiques. Ce terrain de Roche-de-fer est donc réellement du jura inférieur ou bajocien, et il ne reste du nummulitique qu'un petit lambeau, sur lequel est placé l'hôtel de Mürren, et un rocher à Rosenlaui, que l'on a négligé de marquer sur la carte. En admettant que la détermination déjà ancienne des fossiles du Faulhorn soit confirmée par un nouvel examen, la structure de ce massif ne pourra guère être expliquée qu'en supposant une faille, qui sépare le néocomien du Faulhorn du jura bajocien qui paraît lui être superposé. Une seconde faille plus évidente doit être admise entre les plateaux des Scheidegg et les grandes masses de calcaire jurassique moyen, qui les limitent au midi par les précipices de plus de

mille mètres de hauteur du Wetterhorn, de l'Eiger et de la Jungfrau.

Les terrains *crétacés* qui, déjà sur la 1re édition de la carte, se montraient amplement développés dans les Alpes, ont pris plus d'extension encore sur la 2me. Ils dominent sur les hauteurs des Alpes bernoises, depuis la Gemmi jusqu'à la Dent de Morcles. Ce ne sera cependant qu'après une étude de détail, soutenue par des cartes exactes à grande échelle, que les limites précises entre ces terrains et les terrains jurassiques et nummulitiques pourront être fixées. C'est d'après de pareilles études, faites par M. Gilleron, que le terrain crétacé a été figuré dans les Alpes de Fribourg.

La géologie des terrains *jurassiques* dans les Alpes est du même ordre que celle des terrains crétacés, avec lesquels ils partagent souvent les contournements et les plissements, méconnaissables en bien des cas par l'érosion de la courbure. Et si, en France même, où ces terrains sont beaucoup moins disloqués et en général riches en fossiles, leur discussion et leur séparation d'avec les terrains crétacés présentent d'année en année de nouveaux problèmes, on peut juger des difficultés que l'on trouve dans les Alpes suisses, où la découverte d'un fossile n'est souvent due qu'à un heureux hasard.

Les additions aux terrains secondaires les plus importantes se rapportent au *trias*. La carte de 1853 avait encore pu profiter des premières découvertes de ces terrains, principalement dues à M. Escher, dans le Vorarlberg et le Bergamasque. Depuis cette époque, par l'activité soutenue d'un grand nombre de géologues, la connaissance du trias dans les Alpes a fait des progrès inattendus. C'est en suivant les traces des géologues autrichiens et italiens que M. Théobald a cherché à classer les calcaires des Grisons, en s'appuyant, il est vrai, les fossiles manquant presque partout, plutôt sur la stratigraphie et sur les caractères des roches que sur la paléontologie. Dans la partie occidentale de la carte, heureusement, la paléontologie ne nous a pas abandonnés. Les fossiles de Kössen et de l'infralias ont été retrouvés sur plusieurs points en Savoie et dans les Alpes vaudoises. M. Favre, ayant trouvé qu'en général ces couches d'infralias reposaient sur des gypses, des schistes argileux rouges et verts et des quartzites, que l'on devait regarder comme triasiques, a désigné par la couleur du trias ces roches, lors même que les couches supérieures fossilifères font défaut. Sans vouloir contester cette induction, je regrette son applica-

tion dans la carte de la Savoie. Notre carte ayant suivi un système différent, et les couches fossilifères d'infralias, que M. Favre a réunies au lias, étant regardées par nous comme keupériennes, il n'a pas toujours été possible de distinguer en Savoie les localités qui doivent porter nos couleurs diverses de l'infralias, du gypse ou du quartzite. A Bex, où le terrain salifère, d'après MM. Favre et Heer, fait partie du trias, on n'a pas réussi jusqu'à ce jour à trouver un seul fossile d'infralias; les calcaires contigus au gypse, alternant avec lui et en partie inférieurs, renferment, en assez grand nombre, des fossiles des divers étages du lias, et de même sur toute la ligne de ces gypses jusqu'au lac de Thoune. L'indication d'une grande masse de trias en Val-d'Iliers ne repose, si je ne me trompe, que sur la proximité de Bex et l'affleurement des gypses. Il n'en est pas de même entre Aigle et Vevey, où les recherches de M. Renevier ont mis l'existence des couches de Kössen hors de doute. Dans les Alpes de Fribourg, M. Gilleron a constaté, par un nombre suffisant de fossiles, l'existence du même terrain.

A la suite du trias, nous trouvons dans le tableau des couleurs deux terrains anciens.

Le terrain *houiller* ou à *anthracite* est limité en Savoie d'après la carte de M. Favre; en Valais, nous l'avons prolongé aussi loin vers l'Est et le Midi que l'on trouve des mines d'anthracite. Quant à la grande masse de ce terrain, qui est indiquée au midi de la Valteline, nous y reviendrons plus bas.

Le terrain de *transition*, le dernier des terrains déterminés sur la carte, n'est représenté qu'au delà de nos frontières, dans les Vosges et la Forêt Noire.

A la suite des terrains précédents, notre tableau mentionne des *terrains indéterminés* et des *roches*. Nous serions mal compris, et cela nous est arrivé lors de la 1re édition de notre carte, si l'on croyait que, par le rang que ces cadres occupent dans le tableau, nous voulions indiquer que, dans la nature, ces terrains indéterminés et ces roches sont toujours à la base des autres terrains; que nos terrains indéterminés sont ce qu'ordinairement on entend par terrains primitifs, ou sans fossiles. La place que nous leur assignons ne se rapporte en rien à leur ancienneté ou à leur position stratigraphique; elle signifie simplement que ne pouvant, d'après ce que nous en savons, nous prononcer sur leur place dans la série des terrains, nous les mettons hors de ligne. En agissant ainsi, nous répondons en même temps à une

question de principes, au dilemme qui, sans doute, se présente souvent aux géologues, s'il est préférable de se prononcer sur l'âge et le nom systématique d'un terrain, en se fondant sur des probabilités plus ou moins acceptables, ou si l'on doit laisser la question ouverte; en d'autres mots, si l'on doit prendre au sérieux la plaisanterie de M. de Buch, que l'erreur valait mieux que le doute. En consultant les sciences naturelles les plus avancées, nous trouvons que ce n'est pas en suivant ce principe qu'elles procèdent. L'astronome, le chimiste, le zoologiste, ne se prononcent que lorsqu'ils sont convaincus de ce qu'ils avancent; dès qu'il leur reste quelque doute, ils laissent la question indécise. L'astronome se gardera bien de placer parmi les planètes un nouvel astre dont il ne connaît pas l'orbite; le botaniste, qui trouve une plante qui lui paraît distincte de celles qu'il connaît, préfère lui donner un nouveau nom, en se réservant de supprimer ce nom, si l'identité avec une espèce déjà connue est prouvée. Le géologue qui reste dans le doute sur la place systématique d'un terrain se trouve dans une position analogue. Lorsqu'il donne un texte descriptif, il peut y exprimer ses conjectures et les raisons qui soutiennent ou combattent telle ou telle hypothèse ; mais, s'agit-il d'une carte, il faut, ou colorier d'après l'hypothèse qui paraît la moins hasardée, ou introduire, en attendant mieux, un terrain indéterminé, en indiquant simplement la roche. Dans le premier cas, et c'est le plus ordinaire, la carte fait l'illusion d'un travail achevé et d'une exactitude à laquelle elle est peut-être loin d'avoir le droit de prétendre, les terrains dont la détermination systématique est des plus douteuses ne s'y distinguant pas des mieux établis. Dans le second cas, et c'est la voie que nous avons cru devoir suivre, la carte fait voir ce que l'on croit avoir suffisamment exploré et ce qui reste encore à faire. Il est inévitable que ce mode d'agir entraîne pour une carte, qui doit être l'œuvre de plusieurs auteurs, des inégalités. L'un est d'un esprit plus dogmatique, les probabilités sont pour lui des certitudes; l'autre est plus sceptique, il ne se rend que sur des preuves décisives.

Une grande partie de nos Alpes centrales est composée de schistes argileux, argileux-quartzeux, argileux-calcaires, passant tantôt au micaschiste, tantôt au schiste chlorité, amphibolique ou serpentineux. Des limites précises entre ces variétés n'existent pas, ou n'ont pas été reconnues jusqu'ici; il y a passage de l'une à l'autre et alternance. L'ensemble de ces schis-

tes, dans lesquels les couleurs grises ou noires dominent, a été réuni sur notre carte, sans avoir égard à leur position stratigraphique, sous le nom de *schistes gris*, les autres, parmi lesquels la couleur verte est dominante, sous le nom de *schistes verts*. Ces grandes masses de schistes ont été observées, décrites, qualifiées par tous les géologues, anciens et récents, qui se sont occupés des Alpes. Ils sont d'âges très-différents, les uns appartenant aux terrains les plus anciens, d'autres aux terrains secondaires et même aux terrains jurassiques, puisque, sur quelques points, ils renferment des Bélemnites. M. de Hauer, dans la carte de l'Autriche, place ces schistes parmi les terrains de transition ou primaires, et, en effet, l'on voit, dans les Alpes de Salzbourg, ces schistes lustrés, noirs ou verts, plonger sous les fers spathiques de Dienten qui renferment des fossiles siluriens. M. Théobald distingue le schiste de Casanna, qui est un schiste gris micacé, du schiste des Grisons, qui alterne avec des grès et des calcaires. En Tessin et dans le Valais méridional, ces schistes plongent sous les micaschistes et gneiss des Hautes-Alpes. M. Favre a réuni une partie de ces schistes, qui répond à peu près aux schistes de Casanna, aux schistes cristallins, une autre, que nous connaissons sous le nom de schistes lustrés de M. Lory, au lias. M. Lory, de son côté, voit dans ses schistes lustrés un représentant des terrains triasiques, ayant observé, lors du passage du mont Genèvre par la Société géologique en 1861, que ces schistes plongeaient sous l'infralias, surmonté d'une grande masse calcaire, appartenant probablement au lias. Au passage de la Nufenen, dans les environs d'Airolo, au Lukmanier et ailleurs, ces schistes renferment des Bélemnites, mais ces mêmes schistes sont recouverts à Campolongo par la dolomie saccharoïde qui contient des corindons, des tourmalines et des trémolites, et se trouve elle-même surmontée par une grande masse de schistes très-cristallins, remplis de grenats, de staurotides, de cyanites et d'amphiboles noires. Tous ces schistes, évidemment très-différents, se ressemblent tellement par leurs caractères minéralogiques, que jusqu'ici il n'a pas été possible de les distinguer et de fixer les limites des uns aux autres. Nous les avons réunis sous la même couleur, en marquant par un *j* les localités où l'on a trouvé des Bélemnites. Nous avons préféré ne pas cacher notre ignorance sur l'étendue de ces schistes jurassiques, au lieu de les signaler peut-être comme du lias sur le témoignage de quelques fossiles trouvés à de grandes distances les uns des autres, et qui peuvent appartenir aux plus

anciens, comme aux plus récents terrains jurassiques, et même aux terrains crétacés.

Des considérations analogues s'appliquent au nom de *verrucano*, sous lequel nous comprenons les conglomérats quartzeux, généralement rouges, en partie verts, à ciment talqueux ou micacé, passant à un quartzite qui renferme encore des traces de talc rouge et vert, ou à un schiste rude de même couleur. La roche a souvent été décrite par de Saussure, Necker, M. Savi, etc., et c'est ce dernier savant qui lui a donné le nom. Comme il y a des grès rouges de différentes époques, les verrucanos aussi ne paraissent pas tous de même âge; le nom signale une roche et non pas un terrain. Les poudingues de Valorsine forment, d'après Necker, la base du terrain à fougères, ou terrain houiller; entre Martigny et Saint-Maurice, le verrucano paraît du même âge que ce terrain; en Val-d'Anniviers le quartzite est, comme dans la vallée de la Durance, superposé au terrain houiller; dans le pays de Glaris, où le verrucano est plus largement développé que partout ailleurs dans les Alpes septentrionales, il pourrait bien être l'équivalent du *Todtliegende* de l'Allemagne; dans la vallée du Rhin antérieur, entre Trons et Glanz, il passe au gneiss; dans les Alpes de Salzbourg les couches de grès rouge de Werfen, en partie passant à un schiste pareil à celui du verrucano, représentent le grès bigarré, et les verrucanos, si fréquents dans les Grisons, paraissent, en partie du moins, appartenir à la même époque. Dans le voyage très-instructif que j'eus l'avantage de faire avec M. Hébert, en Dauphiné, nous vîmes à la montagne de Chaillol, à l'est de Saint-Bonnet, entre les schistes noirs oxfordiens, qui en forment la base, et le terrain nummulitique, un conglomérat rouge, de 20 mètres de puissance, dont parle aussi M. Lory, et que je ne saurais distinguer du verrucano d'Outrerhone ou de Glaris, si, avec des éléments principalement de gneiss, il ne renfermait aussi des débris calcaires. Une grande partie de la chaîne qui sépare la Valteline du Bergamasque était coloriée, dans la 1re édition de notre carte, en verrucano, en suite de plusieurs voyages de M. Escher et de moi dans ces montagnes. Dans la nouvelle édition, M. Escher, en suivant les indications de M. Stoppani, a mis du terrain houiller à la place. J'aurais préféré l'ancienne couleur, qui laissait l'âge de ce terrain indéterminé, car les raisons sur lesquelles s'appuie le célèbre géologue de Milan me paraissent loin d'être décisives. De ce que le verrucano de la Toscane renferme des plantes houillères dans ses couches

inférieures, il ne s'ensuit pas que tous les verrucanos, quand même ils ne contiendraient pas une trace de fossiles, soient de même époque. D'après ce même raisonnement, on donnerait le même âge à tous les grès rouges. En Allemagne, du reste, même le verrucano du Monte di Torri, malgré les plantes houillères à sa base, ne serait pas regardé comme faisant partie du terrain houiller; on le nommerait *Todtliegende*.

Il me reste peu de chose à ajouter sur les autres roches. Je ne puis passer sous silence cependant la zone remarquable de schistes verts, principalement amphiboliques et renfermant des amas de serpentine, qui partage le massif du Finsteraarhorn en deux bandes granitiques, l'une septentrionale, de laquelle dépendent les Spanörter, le Schreckhorn, le Mönch et le fond de Lauterbrunnen, l'autre méridionale, qui constitue les hauteurs à droite du Valais supérieur, de la Grimsel jusqu'à l'issue de la vallée de Lötschen. Sur la carte, cette zone verte est peu évidente, une grande partie étant masquée par les névés et les glaciers, mais la couleur sombre des roches la rend frappante partout où l'on traverse ces hautes régions. Les roches de la bande granitique septentrionale étant analogues à celles des Aiguilles Rouges en Chamouni, tandis que celles de la bande méridionale, composée en majeure partie de protogine, rappellent celles du mont Blanc, les partisans du métamorphisme seront peut-être disposés à voir dans les schistes verts de la zone intermédiaire la continuation des calcaires et des grès et schistes à anthracites qui remplissent la vallée de Chamouni, d'autant plus que sur quelques points de nos schistes verts on a trouvé des traces d'anthracite, qu'anciennement on a même entrepris d'exploiter au Bristenstock, au-dessus d'Amstæg, dans la vallée de la Reuss.

M. Marcou fait la communication suivante : « Note sur le *Fragment d'une carte géologique détaillée de la France*, placée à l'Exposition universelle de Paris, en 1867. »

(Retirée par l'auteur).

M. de Mortillet fait la communication suivante :

L'homme dans les temps géologiques ; par M. Gabriel de Mortillet.

J'ai l'honneur d'offrir à la Société mes *Promenades préhistoriques à l'Exposition.* Permettez-moi, à cette occasion, de présenter quelques considérations sur la haute antiquité de l'homme.

La première salle de l'histoire du travail français commençait par l'exhibition de silex taillés provenant des terrains quaternaires, des alluvions à *Elephas primigenius* ou Mammouth et à *Elephas antiquus.* On s'est demandé si la Commission prétendait fixer à cette époque l'origine de l'humanité? Nullement. Le but de la Commission chargée d'organiser la première salle de l'histoire du travail français, commission présidée par notre éminent confrère M. Édouard Lartet, a été de convaincre les masses. Elle n'a pas cherché seulement l'approbation des hommes de science et d'étude, elle a voulu éclairer le public tout entier. C'est pourquoi elle n'a accepté que des pièces claires, nettes, bien évidentes, ne pouvant laisser aucune prise au doute. Elle en a cherché en remontant aussi haut que possible. Elle est arrivée ainsi jusqu'en pleine époque quaternaire. Elle a montré aux visiteurs de beaux silex, incontestablement taillés par l'homme, et des ossements d'*Elephas antiquus*, de Mammouths, de Rhinocéros, d'Hippopotames, etc., trouvés associés ensemble, bien en place, dans les mêmes alluvions quaternaires, intactes, non remaniées, stratifiées, recouvertes régulièrement de dépôts plus récents, et cela non-seulement sur un point, mais à Abbeville et à Amiens (Somme), à Vaudricourt (Pas-de-Calais), à Viry-Noureuil (Aisne), à Levallois, à Clichy, au Chevaleret (Seine), à Vendôme (Loir-et-Cher), etc. Ces données stratigraphiques, ces données d'association ont été confirmées de la manière la plus complète, la plus concluante, par un autre ordre de faits. Les contemporains du Mammouth, du grand Ours, du grand Tigre, du Renne français, ont figuré, gravés et sculptés, ces animaux, souvent même sur des débris de Rennes et de Mammouths. Les pièces de ce genre, provenant de La Madelaine et Laugerie-Basse (Dordogne), de Bruniquel (Tarn-et-Garonne), de La Vache (Ariége), exposées dans une vitrine spéciale par MM. Éd. Lartet et Christy, de Vibraye, Peccadeau de l'Isle, Brun, Garrigou, sont tellement convaincantes, qu'il ne peut plus rester le moindre doute. Aussi

l'homme quaternaire est parfaitement prouvé et généralement adopté.

Les pays étrangers sont venus sanctionner la découverte française. L'Angleterre, l'Espagne, l'Italie, Rome même, nous ont montré des silex taillés par l'homme quaternaire. A Rome, ces silex étaient associés non-seulement aux débris des *Elephas antiquus* et *primigenius*, mais encore à ceux du *meridionalis*. Mais là l'*Elephas meridionalis* a pu continuer à vivre jusque dans l'époque quaternaire.

La Commission de la première salle de l'histoire du travail français a donc entièrement atteint son but. Elle a vulgarisé un des faits les plus importants des études modernes. Si elle n'est pas allée au delà, c'est simplement parce que les éléments d'une démonstration précise et complète lui ont fait défaut, mais elle a pleinement réservé la question. Comment en aurait-il pu être autrement, puisqu'elle avait le bonheur de compter parmi ses membres M. J. Desnoyers, qui, le premier, a proclamé l'homme pliocène. Nous savons tous que M. Desnoyers a reconnu sur des os provenant des sablières de Saint-Prest (Eure) des incisions, des entailles qu'il a attribuées à l'action de l'homme. Or, la sablière de Saint-Prest renferme des débris d'*Elephas meridionalis*, de *Rhinoceros etruscus*, d'*Equus arnensis*, animaux appartenant, au moins chez nous, à la faune pliocène. Depuis, M. l'abbé Bourgeois a confirmé la découverte de M. Desnoyers en recueillant dans les gisements de Saint-Prest des silex, les uns incontestablement taillés, les autres brûlés. Ces silex, plus que suffisants pour convaincre les hommes accoutumés à ce genre de recherches et d'études, ne sont pourtant pas assez frappants pour être admis sans conteste, à première vue, par le public; c'est ce qui a fait qu'ils n'ont pas figuré à l'Exposition.

En Italie, pays classique du pliocène, les traces de l'homme contemporain de cette époque ont déjà été plusieurs fois signalées. Tout d'abord M. Desnoyers avait indiqué quelques incisions sur des ossements du val d'Arno. Depuis, M. Ramorino a signalé des incisions analogues, plus profondes même, sur des ossements provenant des marnes subapennines et appartenant au musée de Gênes. Enfin, au Congrès d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, qui a eu lieu à Paris, au mois d'août de cette année, M. Arthur Issel a montré les débris d'une mâchoire et quelques autres os humains trouvés dans une assise nettement pliocène des environs de Savone, à Colle del Vento.

La question en était là, quand MM. les abbés Bourgeois et Delaunay sont venus au même Congrès produire des pièces nouvelles qui semblent faire remonter encore bien plus haut l'origine de l'homme, qui serait rejetée jusqu'en plein miocène.

En étudiant les calcaires de Beauce, de la commune de Thenay (Loir-et-Cher), M. l'abbé Bourgeois a reconnu que plusieurs couches de cette formation d'eau douce contiennent des silex taillés de main d'homme. La coupe ci-dessous, donnée par M. Bourgeois lui-même, montre comment sont répartis les silex dans les diverses couches.

N° 1. Entrée du chemin qui conduit à Choussy (commune de Thenay).

Faluns (silex taillés)	1m,00
Sables de l'Orléanais (silex taillés)	3m,00
Calcaire de Beauce compacte (sans silex taillés)	1m,00
Calcaire de Beauce à l'état de marne (sans silex taillés).	

N° 2. Marnière de M. Apollinaire Chaumais, rive gauche du ruisseau.

Calcaire de Beauce à l'état de marne (sans silex taillés)	0m,50
Marne argileuse avec *Acerotherium* (silex taillés très-rares)	0m,15
Marne avec nodules calcaires (silex taillés)	0m,80
Argile verdâtre ou jaunâtre (principal gisement des silex taillés).	0m,35
Mélange de marne lacustre et d'argile à silex (quelques silex taillés)	3m,00
Argile à silex (sans trace d'industrie humaine).	

Ces silex du calcaire de Beauce, miocène inférieur, M. Bourgeois les a apportés à Paris et soumis aux membres du Congrès. Je les ai examinés avec le plus grand soin, et ils me paraissent incontestablement taillés; pourtant, je reconnais qu'ils sont loin d'être suffisants pour convaincre tout le monde, surtout les personnes qui n'ont pas fait de la taille du silex une étude spéciale et comparative. La grossièreté de la taille n'a du reste rien qui doive surprendre. Nous voyons l'industrie humaine devenir de plus en plus rudimentaire à mesure que nous nous éloignons des temps actuels. Il est donc tout naturel qu'à une époque si reculée nous ne trouvions que l'industrie réduite à sa plus simple expression. Il est donc logique que les silex des calcaires de Beauce soient bien plus mal taillés, affectent des formes beaucoup moins bien définies que ceux des alluvions quaternaires, qui pourtant, eux aussi, ont été contestés si longtemps, et qui n'ont fini par triompher que grâce à la persévérance, je dirai même à l'obstination de M. Boucher de Perthes, puissamment aidé par les géologues anglais qui, sur ce point, nous ont devancés.

Pendant que M. l'abbé Bourgeois recueillait des silex taillés dans les assises du calcaire de Beauce, son collègue et ami, comme lui professeur au collége de Pontlevoy, M. l'abbé Delaunay, découvrait les débris d'un squelette d'*Halitherium*, espèce de cétacé fossile, à la base des faluns de la carrière de la Barrière, commune de Chazé-le-Henri, près de Pouancé (Maine-et-Loire). Quelle ne fut pas sa surprise quand il reconnut, sur deux fragments de côtes, extraits devant lui du gisement, des coupures et de profondes incisions. L'intérieur de ces coupures et les incisions présentent le même état de décomposition que le reste de la surface de l'os, décomposition qui tranche très-nettement avec les cassures fraîches; coupures et incisions sont donc anciennes. Les os gisaient à la base d'une assise parfaitement en place et non remaniée; coupures et incisions sont donc de l'époque du dépôt de cette assise. Ce qui confirme encore davantage cette déduction, c'est que les os, au lieu d'avoir conservé leur nature première, sont entièrement pétrifiés, ce qui arrive souvent aux os de cétacés fossiles. Coupures et incisions ont dû être faites avant la pétrification; elles sont trop profondes, trop nettes, trop franches, pour qu'il en soit autrement.

Maintenant, si on examine avec soin ces coupures et incisions, ce que j'ai fait plusieurs fois, on reconnaît qu'elles ont tous les

caractères des coupures et incisions faites intentionnellement avec un couteau ou une scie. Que la lame soit de silex, de bronze ou d'acier, la coupure d'un couteau, l'incision d'une scie ont des caractères particuliers qui permettent de les distinguer toujours des empreintes de dents, des simples éraillures, des stries ou empreintes de compression, enfin de toutes les actions physiques ou animales autres que celle d'un instrument mû intentionnellement par la main de l'homme. Ces coupures et incisions examinées à la loupe, comparées d'une part aux coupures et incisions si abondantes sur les os recueillis dans les stations humaines, d'autre part aux os rongés par diverses espèces d'animaux ou au produit des actions physiques les plus variées, ne peuvent laisser de doutes sur leur nature.

Grâce à l'obligeance de MM. Bourgeois et Delaunay, je soumets à la Société ces deux curieux fragments de côtes d'*Halitherium*. Tous les deux portent à la fois des traces de coupures plates, longitudinales, et des incisions plus ou moins étroites et profondes. Il y a là accumulation de preuves. La démonstration ne saurait donc être plus complète.

Nous voilà forcé, grâce aux ossements incisés de M. Delaunay, de faire remonter l'origine de l'homme jusqu'aux faluns de l'Anjou, jusqu'au miocène moyen.

Nous voilà forcé, grâce aux silex taillés de M. Bourgeois, d'aller encore plus loin, de faire remonter l'homme jusqu'aux calcaires de Beauce ou miocène inférieur.

Après la communication de M. de Mortillet, M. Hébert dit qu'il ne peut s'empêcher d'exprimer son opinion sur les prétendus silex taillés trouvés dans le calcaire de Beauce par M. l'abbé Bourgeois. Une note sur cette découverte a été lue devant le Congrès archéologique international au mois d'août dernier; M. Hébert n'ayant point vu les échantillons s'est abstenu de toute observation. — Le lendemain de cette lecture, M. Hébert s'est rendu, avec M. le professeur Nilsson, de Lund, chez M. le marquis de Vibraye, où les silex étaient déposés. — Il a examiné ces pièces attentivement et en présence de MM. Bourgeois et de Vibraye, et il croit pouvoir déclarer de la manière la plus formelle que ces silex ne présentent rien qui soit de nature à exiger l'intervention de la main de l'homme. M. Nilsson a été du même avis.

M. Hébert pense également que les incisions que portent les os de Lamantin recueillis par M. l'abbé Delaunay dans les fa-

luns de Touraine ne prouvent aucunement l'existence de l'homme à cette époque.

De semblables conclusions, appuyées sur des faits de cette nature, lui paraissent être un danger véritable et d'autant plus sérieux, que les personnes qui se laissent entraîner sur cette pente présentent plus de garanties scientifiques.

M. Alb. Gaudry rappelle que M. Worsaae, directeur du Musée de Copenhague, homme très-compétent en silex taillés, ayant examiné les pièces recueillies par M. Bourgeois, a dit, devant MM. Cotteau, Collomb, Delaunay, de Vibraye, Franchet et lui :

« Parmi les silex apportés par M. l'abbé Bourgeois, plusieurs sont évidemment travaillés. »

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Ébary :

Allures des couches sédimentaires aux abords des émissions basaltiques du Coyron (Ardèche); par M. Th. Ébray.

Quand on jette les yeux sur les descriptions des roches basaltiques et sur leurs rapports avec les roches stratifiées encaissantes, on voit que presque tous les auteurs qui se sont occupés de cette question supposent que la roche volcanique, suivant eux, cause première de la dislocation, a partout soulevé, bouleversé, étiré ces couches sédimentaires, en formant des chaînes de montagnes.

Il y a déjà fort longtemps qu'un savant et profond géologue chercha à s'élever contre ces idées erronées ; mais sa voix et ses conseils ne furent pas suffisamment écoutés, car l'idée des soulèvements était à la mode ; la théorie et les raisonnements abstraits formaient les arguments principaux de la polémique ; à une abstraction on répondait par une autre abstraction, et la discussion s'éteignit avec le grand esprit qui l'avait fait naître, et qui, quelque temps avant sa mort, proclamait encore : (1) « *J'ajouterai avec toute franchise et toute conviction que, plus que jamais maintenant, je doute que la théorie des cratères de soulèvement soit réellement applicable à certains reliefs du sol d'origine*

(1) Constant Prévost (*Bulletin de la Soc. géol. de France*).

aqueuse, tout comme je suis certain qu'elle ne l'est pas aux cirques des montagnes volcaniques que j'ai observées. »

Quelques années auparavant, notre savant et regrettable confrère s'était déjà exprimé ainsi : « *Découragé par les résultats de ces discussions, j'ai pensé que le temps et de nouveaux observateurs pourront seuls faire triompher la vérité, en luttant contre l'espèce d'enthousiasme avec lequel ont été accueillies d'anciennes idées.* »

Adversaire nous-même des théories proposées par une certaine fraction du corps enseignant, nous croyons que la méthode pour arriver à la connaissance de la vérité consiste à examiner de point en point les faits sur lesquels on a édifié cette théorie des soulèvements, qui a absorbé en pure perte, et pendant de si longues années, un grand nombre d'intelligences d'élite en France ; nous avons déjà fait paraître sur ce sujet six mémoires, dont cinq ont été publiés par la Société géologique de France ; le sixième, intitulé : *Nullité du système de soulèvement de la Côte-d'Or*, se trouve dans les *Mémoires de la Société industrielle de Lyon* (année 1867).

Dans ces quelques lignes, nous nous proposons d'étudier les allures des couches sédimentaires aux abords des montagnes du Coyron, en donnant des coupes régulièrement levées, dont le contrôle pourra s'opérer par tous les géologues qui visiteront ces contrées intéressantes.

Nous remarquerons toutefois que cette étude importante n'a pas même été effleurée par les géologues qui se sont occupés des roches basaltiques au point de vue des cratères de soulèvement ; il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur la description des terrains volcaniques de la France centrale par M. Amédée Burat ; en parcourant le plateau basaltique de Coyron, entre Lescrinet et Rochemaure, ce géologue ne paraît pas s'être inquiété le moins du monde des inclinaisons des couches sédimentaires aux abords de ces montagnes.

Nous nous occuperons, en premier lieu, des émissions isolées de Rompon, de Serrenière, de Privas ; puis nous décrirons l'allure des couches de l'arête principale du Coyron.

La roche éruptive étant, dans ces contrées, arrivée au jour au travers des couches sédimentaires récentes, telles que couches jurassiques et crétacées, dont la stratification est très-régulière et facile à observer, nous avons pensé que le Coyron offrait des avantages qui ne se retrouvent pas ailleurs.

Émission de Rompon. — Si, en amont du Pouzin, on s'engage

dans le premier sentier qui gravit la berge escarpée du Rhône, on ne tarde pas à arriver, au bout d'une heure de marche, à un faîte qui sépare deux petits affluents de ce fleuve. A droite du chemin se trouve l'ancienne abbaye de Rompon, aujourd'hui en ruines, et à l'ouest de laquelle s'élève un petit tertre qu'il faut gravir pour embrasser avec ensemble les couches dont nous allons nous occuper.

Du sommet de cette petite éminence, l'observateur a devant lui un véritable petit désert, qui permet de suivre, couche par couche, la longue série du massif oxfordo-corallien. Ces couches arides forment un immense cirque qui entoure le petit ruisseau la Fouille, aboutissant à Rompon ; elles sont disposées en escalier, dont chaque marche représente un banc, de telle sorte qu'on se trouve en présence d'une coupe géologique naturelle toute prête à être reçue sur un carnet de voyage.

L'inclinaison des couches, c'est-à-dire la ligne de la plus grande pente, est sud-ouest ; parallèlement au Rhône, les strates pendent faiblement vers le sud et se recouvrent, à une petite distance en aval du Pouzin, par les premières couches de la période crétacée.

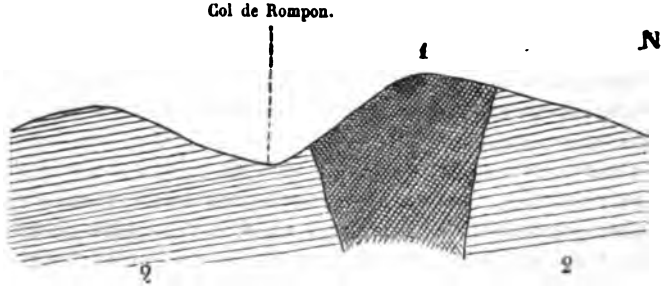
Vers le fond du cirque dont nous venons de parler, et au nord du col de Rompon, la stratification est subitement interrompue ; à la place des bancs si réguliers du massif oxfordo-corallien se remarque un pâté noirâtre qui représente l'émission basaltique de Rompon.

On est tout d'abord étonné, en examinant l'arrêt brusque des couches jurassiques, du maintien de la régularité de la stratification; l'émission ici n'a causé aucun dérangement, et tout esprit impartial, en présence de ce fait aussi clair, devra conclure que la roche éruptive n'a rien disloqué, rien soulevé, et qu'elle a simplement profité d'un trou pour arriver à la surface ; la masse basaltique n'a pas même dû se projeter dans cette fente avec impétuosité, car le régime normal des couches se maintient jusqu'à l'origine de la cheminée.

Nous donnons ci-après une coupe de cette émission :

Fig. 1.

Col de Rompon.



1 Basalte. — 2 Couches oxfordo-coralliennes.

Dyke de Serrenière. — Pour examiner ce dyke, on prend la route de Privas à Chomérac et on s'arrête à 2 kilomètres environ d'Allissas, un peu avant le viaduc du chemin de fer, à une maison isolée où aboutit une petite combe (1). On gravit le thalweg de cette combe jusqu'au sommet de l'arête jurassique, d'où l'on aperçoit la maison de Serrenière, située à quelques mètres du dyke basaltique.

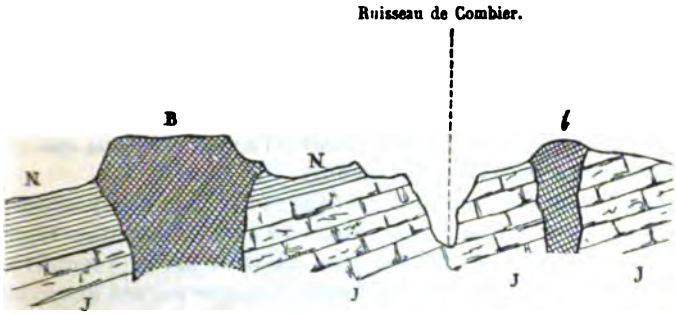
Du sommet de ce dyke, la vue permet d'embrasser l'arête principale du Coyron et de se rendre compte de la disposition générale des couches sédimentaires; la petite émission de Serrenière est d'ailleurs reliée au massif principal par un filon de basalte mis à découvert par les déblais de la route, au-dessous de la plate-forme du chemin de fer.

Les conséquences que l'on tire en observant la stratification sont identiquement les mêmes que celles qui résultent de l'inspection de l'éruption de Rompon; non-seulement on voit avec clarté que le dyke n'a rien soulevé ni disloqué, mais l'on constate encore que les couches jurassiques continuent à plonger jusqu'à leur contact avec le basalte du Coyron; cet affaissement n'a aucun rapport avec l'action de la roche éruptive, car

(1) Si, au lieu de suivre constamment le thalweg, on se dirige à gauche, à partir de la petite cabane située au milieu des vignes, on arrive, tout en gravissant le coteau, à l'entrée de deux grottes, dont l'exploration ne m'a offert que des ossements fort récents; certains indices me paraissent démontrer que cette grotte avait une autre entrée, et je suppose que des fouilles nouvelles pratiquées devant cette deuxième entrée produiraient des résultats plus intéressants.

il se continue sans dérangement sur l'autre versant, du côté de Saint-Pons, comme l'indique le croquis ci-dessous :

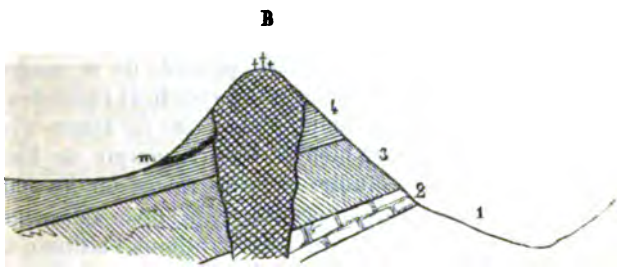
Fig. 2.



B Basalte du Coyron.
b Éruption de Serrenière.
N Néocomien.
J Jurassique.

Éruption de Privas. — On constate à Privas même une autre éruption, sur laquelle nous ne nous étendrons pas, puisqu'elle conduit aux mêmes conclusions que les autres; nous nous bornerons à la figurer au moyen d'une coupe dirigée N. N. E.

Fig. 3.



B Émission basaltique de Privas.

1 Grès bigarré et marnes irisées.
2 Grès du lias.
3 Lias comprenant infralias, lias à Gryphées arquées, lias moyen, lias supérieur, fer supraliasique.
4 Calcaire à Entroques, grande oolithe, minerai bajocien de Privas.

Émission principale du Coyron. — Cette émission est une des plus considérables de l'Ardèche; les points culminants n'attei-

gnent pas, il est vrai, les hauteurs du Mézenc, mais son développement en longueur et en largeur est supérieur à celui des autres éruptions basaltiques.

L'examen des lignes de jonction du basalte et des couches sédimentaires peut se faire dans les déchirures perpendiculaires à l'arête, là où l'action diluvienne a enlevé le manteau basaltique qui recouvre encore les contre-forts. Cet examen prouve que le basalte est arrivé au jour par une large fissure, occupant aujourd'hui le sommet de l'arête, dont l'élévation résulte de ce que le basalte a mieux résisté à l'action des eaux que les formations crayeuses et jurassiques.

Nous avons traversé l'arête du Coyron suivant des directions bien diverses; partout nous avons vu une stratification régulière, tout à fait indépendante de l'action de la roche éruptive; nous nous bornerons donc à donner la coupe suivant une ligne qui relie Privas à Villeneuve-de-Berg; cette coupe pourra être considérée comme un type applicable à toutes les coupes parallèles à cette direction.

La route de Privas à Villeneuve-de-Berg traverse, aux environs de Privas, les couches à Fucoïdes qui surmontent les minerais de fer à *Ammonites linguiferus;* puis, en se dirigeant vers Coyron, on rencontre l'étage callovien, la base argileuse de l'oxfordien, l'oxfordien calcaire et d'autres bancs qui correspondent probablement au coral-rag.

Vers la cote 600 se manifestent les calcaires à *Terebratula diphya* et les marnes néocomiennes inférieures qui butent contre les basaltes.

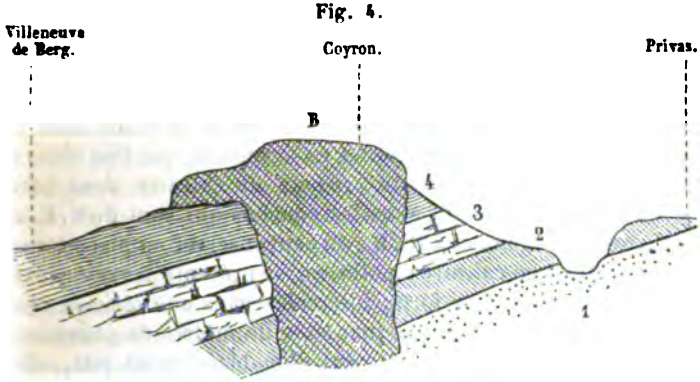
Le long de la route, il n'est guère possible de se rendre un compte bien exact de l'inclinaison des couches; cependant, là où la stratification est apparente, on voit que les étages s'inclinent vers l'éruption. Pour bien se rendre compte de l'allure des couches, il faut les étudier dans les ravins où les actions diluviennes les ont mises à découvert. Un ravin de ce genre existe à droite de la route après avoir atteint l'altitude 600 : c'est celui qui se continue jusqu'à l'exploitation des minerais de fer de Privas; il montre avec évidence le plongement général des couches vers le massif basaltique, qui se sépare nettement des roches stratifiées, à côté d'une ferme visible depuis la route de Villeneuve-de-Berg; les relations peuvent même s'étudier sans descendre dans le ravin, d'un accès quelquefois difficile.

Après avoir traversé le plateau basaltique, on ne tarde pas à

rencontrer les couches néocomiennes affectées de leur pendage sud-ouest.

Le croquis ci-dessous représente une coupe suivant une ligne reliant Privas à Villeneuve-de-Berg :

Fig. 4.



B Dyke basaltique du Coyron.

4 Néocomien.
3 Massif oxfordo-corallien.
2 Callovien et bathonien.
1 Étages liastiques.

Ainsi, l'observateur qui se rendrait compte des inclinaisons en n'observant seulement que le versant sud du Coyron se croirait autorisé à admettre un soulèvement; mais pour lui la médaille a un revers, car, sur le versant nord, les couches s'affaissent, au contraire, vers la roche éruptive.

En jetant un coup d'œil général sur l'ensemble des couches, on remarque, en définitive, que la stratification n'a pas été dérangée par le basalte arrivé au jour par une fente dont l'existence est due à des causes générales en rapport avec le refroidissement graduel du globe.

Le Secrétaire communique la note suivante de M. de Boutigny :

Note sur le calcaire cipolin de Fenouillet, près Hyères (Var);
par M. C. de Boutiny.

Il existe dans le massif des Maurettes (partie occidentale de la chaîne des Maures) une couche de calcaire cipolin avec sidérocriste. Ce gisement n'a pas encore été signalé dans ces mon-

tagnes; mais M. Falsan semble le pressentir dans son excellente notice géologique du canton d'Hyères, quand il indique, au contact du dyke d'amphibolite qui se trouve sur le sentier de la Roquette, des couches de phyllade imprégnées de cristaux octaédriques d'oxydule et de cristaux de calcaire.

En effet, si l'on suit le sentier de la Roquette en s'éloignant d'Hyères, on rencontre le filon d'amphibolite que l'on peut suivre pendant quelque temps, mais dont on remarque surtout quatre ou cinq pointements sur un parcours de plus de mille cinq cents mètres de l'est à l'ouest. C'est à la bifurcation du sentier qui mène à Fenouillet, et en le suivant, que l'on observe les phyllades imprégnés de cristaux de calcaire dont parle M. Falsan; en recoupant alors les couches qui vont de N. E. au S. O., avec plongement au S. E., on peut observer en place toutes les variétés de ce calcaire cipolin, qui se présente par veines avec des renflements assez forts, intercalés dans une série de couches de phyllades d'une cinquantaine de mètres de puissance. Ce cipolin, le plus ordinairement d'un blanc assez pur, offre cependant des loupes d'un rose vif; il a une cassure grenue et saccharoïde dans le voisinage de l'amphibolite, tandis qu'il devient de plus en plus spathique en descendant les couches, c'est-à-dire en s'éloignant de l'agent métamorphique; il est entrecoupé dans certaines couches par des veinules bleuâtres de sidérocriste, et l'on y rencontre des cristaux octaédriques de fer oxydulé; d'autres parties renferment aussi des nids de quartz englobés dans le calcaire qui présente alors une texture franchement spathique.

Si, en suivant le même sentier jusqu'au voisinage de l'escarpement est de Fenouillet, l'on descend ensuite dans le ravin qui se trouve au midi jusqu'à un chemin d'exploitation, l'on ne tarde pas à rencontrer sur ce même chemin un nouvel affleurement de ce calcaire cipolin qui se présente absolument avec les mêmes caractères que celui du sentier de la Roquette et avec la même direction; seulement, le plongement est à l'ouest. L'on peut suivre ces couches sur plus de trois cents mètres. Ce second gisement se trouve à plus de deux mille mètres de celui du sentier de la Roquette.

Quelques couches présentent ici entre les feuillets schisteux de légères traces de carbonate vert de cuivre.

Ces couches calcaires sont supportées par un banc épais de quartzite en parfaite concordance avec elles de direction et de plongement. Ce banc présente une particularité intéressante

pour l'étude de ces terrains anciens. C'est un quartzite grenu assez schisteux, tout moucheté de cristaux d'ottrélite, qui atteignent souvent près de quatre millimètres de diamètre. M. des Cloizeaux, à l'obligeance de qui je dois la détermination de ce minéral, trouve qu'il se rapproche plus d'une variété à larges lames trouvée dans les Ardennes par M. Damour, que du type d'Ottrez, et qu'il rappelle aussi la phyllite des Américains.

Je dois ajouter que l'ottrélite avait déjà été trouvée, il y a quelques années dans ces montagnes, et probablement au même gisement, par MM. Lory et Falsan.

La découverte de ce calcaire cipolin ne fait que justifier les prévisions de M. Coquand, qui écrivait en 1850, dans un mémoire sur les terrains primaires et ignés du Var : « Il paraît hors de doute que les deux gisements de cipolin de Giens et de Collobrières, qui se trouvent disposés sur une même ligne, appartiennent à un même système de couches et sont le prolongement réciproque l'un de l'autre. » Le cipolin des Maurettes se trouve avoir la même direction, le même plongement, les mêmes caractères que celui de Collobrières, et il est exactement situé sur la ligne qu'a tracée le savant professeur.

Séance du 16 *décembre* 1867.

PRÉSIDENCE DE M. DE VERNEUIL.

M. Alf. Caillaux, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des savants*, novembre 1867, in-4.

De la part de M. G. Cotteau :

1° *Rapport sur la collection de géologie offerte à la Société des sciences de l'Yonne par M. le Dr Ricordeau*, in-8, 11 p.; Auxerre, 1866, chez G. Perriquet.

2° *Fossiles albiens et cénomaniens des environs de Saint-Florentin*, in-8, 28 p., 1 pl.; Auxerre, 1867....

3° *Rapport sur les progrès de la géologie et de la paléontologie en France pendant l'année* 1866, in-8, 48 p.; Caen, 1867, chez F. Le Blanc-Hardel.

4° *Le congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques tenu à Paris au mois d'août* 1867, in-8, 15 p.; Auxerre, 1867; chez G. Perriquet.

5° *Rapport sur les musées d'histoire naturelle de quelques-unes des villes du sud-ouest de la France,* in-8, 24 p.; Caen, 1867, chez F. Le Blanc-Hardel.

6° *Nouvelles observations sur le terrain jurassique des environs de Tonnerre,* in-8, 10 p.; Auxerre, 1868; chez J. Perriquet.

7° *Considérations générales sur les échinides réguliers du terrain crétacé de France,* in-8, 7 p. .....

De la part de M. H. Crosse, *Journal de conchyliologie;* in-8, t. VII, 1867; Paris, chez M. Crosse, rue Tronchet, 25.

De la part de M. Alphonse Milne-Edwards, *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France;* in-4, 13e livraison; Paris, 1867; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. H. Trautschold, *Gedaechtnissrede auf J. Auerbach* (16 novembre 1867), in 8°, 5 p.; Moscou, 1867.

De la part de M. de Helmersen :

1° *Die Bohrversuche zur Entdeckung von Steinkohlen auf der Samarahalbinsel, und die Naphthaquellen und Schlammvulkane bei Kertsch und Taman,* in-8, 55 p. 1 pl.; Saint-Pétersbourg, 1866.....

2° *Zur Frage über das behauptete Seichterwerden des Azow's'chen Meeres,* in-8, 42 p., 1 pl.; Saint-Pétersbourg, 1867.....

De la part de M. Venance Payot, *Oscillations des 4 grands glaciers de la vallée de Chamounix pendant le XIXe siècle,* in-8, 7 p.; Lausanne, 1867; chez F. Blanchard.

De la part de M. Waldemar Schmidt, *le Danemark à l'Exposition universelle de* 1867, in-8, 262 p.; Paris, 1868; chez C. Reinwald.

De la part de M. R. de Visiani, *Della vita scientifica del cav. Alberto Parolini,* in-8, 32 p., 1 pl. et 1 portrait; Venise, 1867; chez G. Antonelli.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1867, 2e sem. — T. LXV, nos 23 et 24, in-4.

L'Institut, nos 1770 et 1771; 1867, in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, novembre 1867, in-8.

The Athenæum, nos 2093 et 2094; 1867, in-8.

Verhanlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, 4e volume; 1867, in-8.

Wurtembergische naturw. Jahreshefte, 1866, 2e et 3e cahiers; 1867, 1er cahier; in-8.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, novembre 1867; in-8.

The american journal of science and arts, par Silliman; novembre 1867, in-8°.

M. G. de Mortillet présente *le Danemark à l'Exposition universelle de* 1867 (V. la *Liste des dons*), de la part de l'auteur, M. Waldemar Schmidt, commissaire danois pour l'histoire du travail. C'est un excellent livre, parfaitement fait, donnant les plus intéressants détails sur les temps préhistoriques du Danemark, temps qui se sont prolongés pour ce pays jusqu'au dixième siècle de notre ère. La *Notice préliminaire* contient quelques renseignements géologiques sur les terrains superficiels et les diverses tourbières. Au commencement du premier chapitre, M. Schmidt rappelle qu'en 1851, à Soender-Omme, en Jutland, on a découvert des ossements de Mammouth (*Elephas primigenius*). Il cite aussi dans les tourbières les plus anciennes le Renne (*Cervus tarandus*), l'Élan (*C. alces*), l'Urus et l'Aurochs.

M. Michelot met sous les yeux de la Société les coupes géologiques des tranchées du chemin de fer de Boulogne à Calais et indique la succession des assises jurassiques entre Wimereux et Rinxent, près de Marquise.

M. Edmond Pellat fait la communication suivante :

Observations sur quelques assises du terrain jurassique supérieur du bas Boulonnais. — Coup d'œil sur le terrain jurassique supérieur de cette contrée; par M. Edmond Pellat.

Plusieurs des assises sur lesquelles j'ai appelé récemment l'attention de la Société (1), et que je me propose de décrire dans cette note, ont été rattachées à tort à l'étage oxfordien supérieur.

Les argiles à *Millericrinus echinatus* qui forment, avec les argiles à petites Ammonites pyriteuses et à *Terebratula impressa*, l'oxfordien moyen, sont surmontées, dans la tranchée de la Liégette, de bas en haut, des couches suivantes :

3 mètres d'argile d'un gris bleuâtre ou noirâtre, avec calcaires gris intercalés et lits de rognons.

1 mètre d'argile grisâtre ou jaunâtre ferrugineuse, avec Bélemnites et *Ostrea dilatata* (var. *major*).

70 centimètres de calcaire jaunâtre à la surface et dans les joints, et grisâtre à l'intérieur, très-fossilifère (grosses Serpules, *Opis*, *Arca*, *Thamnastrea*, etc.).

1 mètre environ d'argiles noirâtres, avec *Ostrea dilatata* (var. *major*).

La tranchée de la Liégette ne montre pas le reste de l'Oxford-clay; mais, entre Belle et Houllefort et sur le chemin qui mène de Conteville à Hautembert, on voit le calcaire à *Opis* de la coupe précédente surmonté de 6 à 7 mètres d'argiles caractérisées (comme les argiles du haut de la tranchée de la Liégette) par de grandes *Ostrea dilatata*. La végétation m'a empêché d'étudier en détail ces dernières couches de l'Oxford-clay.

Cet ensemble de dépôts, dont j'évalue approximativement l'épaisseur à 12 mètres, constitue seul, dans le Boulonnais, l'oxfordien supérieur.

Les argiles contiennent, avec l'*Ostrea dilatata* (var. *major*), l'*Ostrea gregaria*, l'*Ostrea nana* et de grosses Serpules, sur lesquelles on remarque des points blancs, comme sur les fossiles de l'oxfordien supérieur de la Bourgogne et de la Franche-Comté.

J'ai recueilli dans le calcaire à *Opis* : *Serpula*, c. (2); *Chemnit-*

---

(1) Voir page 119 (séance du 4 novembre 1867).

(2) C. signifie commun; a. c., assez commun; r., rare.

zia heddingtonensis, Sow., sp., c.; *Chemnitzia*, c.; *Nerinæa*, c.; *Turbo Meriani*, Goldf., r.; *Turbo inornatus*, Buv., r.; *Pleurotomaria*, r.; *Pterocera*, a. c.; *Cerithium russiense*, d'Orb., c.; *Opis*, c.; *Arca*, c.; *Lima*, r.; *Ostrea gregaria*, Sow., c.; *Ostrea nana*, Goldf. sp., c.; *Millericrinus*, r.; radioles de *Cidaris florigemma*, Phill., r.; *Coilyrites bicordata*, Des., r.; *Thamnastrea*, c.

Ce calcaire à *Opis* et à Nérinées, intercalé dans des argiles à *Ostrea dilatata* (var. *major*), renferme les fossiles les plus caractéristiques de l'oolithe à *Opis* et à Nérinées qui surmonte à Trouville les argiles à *Perna quadrilatera* et à *Ostrea dilatata*, (variété aplatie et de grande taille), et qui est recouverte directement, dans cette localité, par le calcaire à *Cidaris florigemma* (1).

L'oxfordien supérieur du Boulonnais a donc beaucoup d'analogie avec l'oxfordien supérieur des côtes de la Manche ; il rappelle aussi, par quelques fossiles et par certains caractères minéralogiques, celui du Jura.

Six à sept mètres d'argiles oxfordiennes séparent le *calcaire à Opis* du *calcaire à Cidaris florigemma* (A), ou, quand il manque, du *calcaire à Terebratula insignis* (B).

Les assises A, B, C, D et l'Oxford-clay sous-jacent n'affleurent que sur un petit nombre de points et dans la partie la plus cultivée du bas Boulonnais. Des observations multipliées permettraient seules de les suivre dans tous leurs détails. Je n'ai cependant aucun doute sur leur superposition que M. Michelot a constatée de son côté, et qui a été observée aussi par deux zélés explorateurs du Boulonnais, MM. Morin et Bertaut.

Ces assises et les assises E, F, G n'ont ensemble que 35 ou 40 mètres d'épaisseur, mais elles renferment des faunules variées, jusqu'ici peu connues. En décrivant ces couches, je les suivrai sur quelques autres points du bassin de Paris ; je chercherai ensuite quel est leur groupement le plus naturel.

---

(1) M. Hébert distingue dans l'oxfordien supérieur de Trouville trois zones : 1° zone à *Perna quadrilatera* ; 2° zone à *Nucleolites scutatus* ; 3° zone à *Opis* et à Nérinées. Leur épaisseur est évaluée à 25 mètres (*Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XVII, p. 313).

A. *Calcaire à polypiers et à* Cidaris florigemma (*calcaire de Brucdale et du bas du mont des Boucards.*

L'assise A ne paraît s'être déposée que dans la partie sud du bas Boulonnais et n'aurait guère dépassé une ligne correspondant à peu près à la faille de Wimereux ou à la rivière de ce nom. Je l'ai cherchée vainement sous les assises B et C, au nord de cette ligne. On peut supposer que, pendant qu'elle se formait au sud, le nord de la contrée était émergé, qu'il s'est ensuite affaissé pour recevoir l'assise B, tandis que le sud, où cette assise B et l'assise C manquent, émergeait à son tour. Le mont des Boucards est situé sur la ligne, ou près de la ligne, au nord et au sud de laquelle s'effectuait ce mouvement de bascule, et l'on peut s'expliquer ainsi que les assises A, B, C soient dans cette localité exceptionnellement superposées.

Dans le ruisseau de Brucdale, on voit, sur 2 mètres 50 cent. environ de hauteur, un calcaire compacte, jaunâtre ou blanchâtre, avec lits argileux minces, rempli de polypiers à l'état saccharoïde et de radioles de *Cidaris florigemma.* Sa surface durcie et corrodée indique une émersion avant le dépôt de l'assise argileuse D qui le recouvre, et pendant qu'ailleurs se formaient les assises B et C dont, sur ce point, je n'ai pas vu de traces. J'ai recueilli dans ce calcaire : *Cerithium limæforme*, Rœm., c.; *Phasianella striata*, Sow., c.; *Lima* (2 espèces), c.; *Ostrea solitaria*, Sow., c.; *Ostrea Moreana*, Buv., c.; *Ostrea spiralis*, Goldf., sp. r.; *Rhynchonella inconstans*, d'Orb. (var. *corallina*) c.; *Pseudodiadema Bonjouri*, Et., r. (1); radioles de *Cidaris florigemma*, Phill., c.; radioles d'*Hemicidaris* (plusieurs espèces).

Cette assise affleure entre Questinghen et Échinghen, et entre Échinghen et Baincthun, au fond de petits ruisseaux dont la berge est formée par l'assise argileuse D. Sur ces divers points, je n'ai pas vu, non plus, de traces des assises B et C.

Cette même assise forme, dans le ravin du Petit-Hourecq, près de Carly (toujours dans le sud de la contrée), un massif madréporique, composé, sur 3 mètres environ d'épaisseur, de polypiers cimentés par du calcaire argileux. Les anfractuosités

(1) D'après M. Cotteau, qui a bien voulu, avec son obligeance habituelle, déterminer les échinides que je cite dans cette note, le *Pseudodiadema Bonjouri* se trouve dans l'Yonne et le Jura, à la base du coral-rag.

de ce massif sont remplies de radioles d'oursins (*Cidaris florigemma*, *Hemicidaris Thurmanni*. Et.?, etc.), de tiges de crinoïdes (*Pentacrinus* et *Millericrinus*), de Rhynchonelles (*Rhynchonella inconstans*), d'Huîtres (*Ostrea spiralis* et *O. solitaria*), de Spondyles, de Gastrochènes. Cet amas de zoophytes est surmonté de l'assise argileuse D. Là encore les assises B et C manquent.

Sur les divers points précités, l'assise A donne l'idée d'un récif corallien encore en place. Au mont des Boucards, son aspect est un peu différent. Le *Cidaris florigemma* est beaucoup plus rare; les polypiers encore très-nombreux, mais appartenant presque tous au genre *Montlivaltia*, sont mêlés à des mollusques d'espèces variées. J'ai suivi l'affleurement de l'assise sur tout le versant nord-ouest, et j'ai recueilli dans des blocailles de calcaire compacte, blanchâtre, remplies de Rhynchonelles de couleur rosâtre, et disséminées dans les champs, à un niveau constant, de nombreux fossiles bien conservés, parmi lesquels je citerai : *Serpula* (plusieurs espèces) c.; *Pholadomya paucicosta*, Rœm., r.; *Astarte* (plusieurs espèces), c.; *Trigonia*, c.; *Arca* (2 espèces), c.; *Mytilus subpectinatus*, d'Orb., c.; *Mytilus gradatus*, Buv., c.; *Lima alternicostata*, Buv.; *Lima* (2 autres espèces), c.; *Pecten subarticulatus* d'Orb., c.; *Pecten Michœlensis*, Buv., r.; *Hinnites inæquistriatus*, d'Orb., c.; *Plicatula semiarmata*, Et., c. (voisine de la *Pl. tubifera* Lam.); *Ostrea Moreana*, Buv., a. c.; *Ostrea solitaria*, Sow., c.; *Ostrea spiralis*, Goldf., sp. c.; *Ostrea nana*, Sow., r.; *Rhynchonella inconstans*, d'Orb. (var. *corallina*), c.; *Terebratula moravica* (*T. Repelliniana*, d'Orb.), c.; *Terebratula insignis*, Schl., r.; radioles de *Cidaris florigemma*, a. c.; radioles d'*Hemicidaris*, a. c.; *Stomechinus lineatus*, Des., r.; *Montlivaltia elongata*, Et., c.; *Montlivaltia grandis*, Et., c., et d'autres polypiers appartenant aux genres *Thecosmilia*, *Thamnastrea*, *Cladocora*, etc. L'état marécageux du sol, au-dessous du niveau où l'on observe les blocs à polypiers et à Rhynchonelles, indique la présence de l'argile oxfordienne. Je n'ai pu constater exactement l'épaisseur de l'assise A, dont on ne voit que des blocailles à la surface des champs ; je ne lui crois pas sur ce point plus de 2 mètres.

Le calcaire à polypiers et à *Cidaris florigemma* du Boulonnais est donc un calcaire compacte, blanchâtre ou jaunâtre, avec lits argileux minces, formé quelquefois presque entièrement de polypiers, de radioles de *Cidaris* et de Rhynchonelles, renfermant d'autres fois avec ces fossiles des mollusques variés. Son épaisseur est de 2 à 3 mètres. Ses affleurements assez ra-

res, sont situés dans le sud de la contrée, et ne paraissent pas dépasser au nord le mont des Boucards.

Il rappelle les calcaires compactes ou argileux, pétris de radioles de *Cidaris florigemma* et le calcaire à polypiers, à *Pecten subarticulatus*, à *Ostrea Moreana* des côtes de la Manche; je le considère comme un diminutif des calcaires grisâtres à *Cidaris florigemma* et à *Glypticus hieroglyphicus*, ainsi que de l'oolithe corallienne inférieure de la Haute-Marne et de l'Yonne.

Par sa faune, il se distingue nettement du calcaire oxfordien à *Opis* et à Nérinées, dont il est séparé, ainsi qu'on l'a vu, par plusieurs mètres d'argiles. Cependant, le *Cidaris florigemma* se montre déjà dans le calcaire à *Opis*, et les petites Huîtres que je rapporte à l'*Ostrea nana*, qui sont rares dans l'assise A, mais que nous verrons pulluler dans l'assise B, étaient déjà très-communes dans l'oxfordien supérieur.

B. — *Calcaires à* Terebratula insignis (*calcaires de la partie moyenne du mont des Boucards*).

Sur le versant nord-ouest du mont des Boucards on observe, à un niveau supérieur à celui des blocailles à polypiers et à Rhynchonelles, et même au milieu de ces blocailles, par suite de glissements, de nombreux fossiles provenant de couches argileuses et calcaires, dont les débris, ramenés par la charrue, se désagrégent beaucoup plus facilement que les débris de l'assise A sous-jacente. Ces couches représentent l'assise B, qu'aucune coupe ne permet ici d'étudier, mais dont la position entre les assises A et C ne peut laisser aucun doute.

Ces mêmes couches se montrent sur le versant sud-est du mont des Boucards, dans les talus du chemin, en descendant vers Houllefort. Au-dessous de l'assise C, exploitée dans une petite carrière, on remarque, sur 5 à 6 mètres de hauteur, de nombreuses alternances d'argiles grisâtres et de calcaires marneux tendres, blanchâtres, quelquefois rougeâtres. Des polypiers allongés (*Montlivaltia subcylindrica*, Et.) forment un lit à la partie inférieure; les argiles sont remplies d'*Ostrea nana*, d'*Ostrea solitaria* et de Térébratules; les calcaires renferment des fossiles bien conservés.

J'ai recueilli sur ces deux points une cinquantaine d'espèces: *Serpula* (plusieurs espèces), c.; *Ammonites* (très-voisine de l'*A. Achilles*), c.; *Pterocera*, (plusieurs espèces) c.; *Natica*, c.; *Cerithium limæforme*, Rœm., c.; *Phasianella striata*, c.; *Chemnitzia*

athleta, d'Orb., c.; *Umbrella*, r.; *Pholadomya paucicosta*, Rœm.; *Pholadomya* (plusieurs espèces), c.; *Panopœa*, c.; *Thracia*, c.; *Corbula*, c.; *Opis*, c.; *Lucina*, c.; *Astarte* (plusieurs espèces), c.; *Nucula* c.; *Cardium* (plusieurs espèces), c.; *Arca*, c.; *Pecten* (voisin du *P. Beaumontianus*, Buv.), c.; *Mytilus subpectinatus*, d'Orb., c.; *Mytilus*, c.; *Gervillia*, c.; *Ostrea nana*, c.; *Ostrea spiralis*, r.; *Ostrea solitaria*, Sow., c.; *Rhynchonella inconstans* (var. *corallina*), r.; *Terebratula insignis*, Schl., c.; *Terebratula bucculenta*, Sow.? c.; *Pedina sublævis*, Ag., c.; *Montlivaltia subcylindrica*, Et., c., etc.

Les calcaires marneux à *Terebratula insignis* affleurent entre Conteville et Hautembert, et entre Conteville et Belle. Dans ces localités, j'ai cherché vainement, entre eux et l'Oxford-clay, le calcaire à *Cidaris florigemma;* et si les argiles à *Ostrea subdeltoidea*, qui paraissent reposer directement dessus (sans intercalation de calcaire à Céromyes), n'en cachent point une partie, ils n'auraient pas, sur ces deux points, les 5 ou 6 mètres que je leur attribue sur les deux versants du mont des Boucards.

Leur épaisseur est très-variable, mais toujours moindre qu'au mont des Boucards, à Wierre-Effroy, à Épitre, etc. Là encore, je n'ai pas vu de traces du calcaire à *Cidaris florigemma*. J'ai essayé déjà d'expliquer l'absence de ce calcaire dans le nord de la contrée, et j'ai également signalé l'absence, dans le sud, des calcaires à *Terebratula insignis* et des calcaires à Céromyes.

L'assise B a quelques fossiles communs avec les assises A et C. Plusieurs, déjà cités dans l'assise A, sont oxfordiens autant que coralliens, sinon dans le Boulonnais, du moins ailleurs; tels sont, par exemple : *Phasianella striata*, *Mytilus subpectinatus*, *Terebratula insignis*. Trompé par ces fossiles qui sont précisément les plus communs, trompé, aussi, par l'absence du calcaire à *Cidaris florigemma*, sur les points où mes recherches avaient porté, j'ai cru d'abord que les calcaires à *Terebratula insignis* appartenaient à l'étage oxfordien (1); mais, ainsi que je l'ai dit, on les voit, au mont des Boucards, reposer sur le calcaire à *Cidaris florigemma;* ils ne sauraient donc être classés dans l'oxfordien, et c'est aussi à tort que l'on a attribué à cet étage les calcaires à Céromyes (2).

---

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XXIV, p. 189, et *Monographie du portlandien* du Boulonnais (*Mém. de la Société de phys. et d'histoire nat. de Genève*, t. XIX.

(2) M. Rigaux range les couches qui constituent mes assises B et C dans

Les calcaires à *Terebratula insignis* me paraissent correspondre à la partie inférieure des calcaires compactes intercalés dans l'Yonne, entre l'oolithe corallienne inférieure (oolithe de Chatel-Censoir) et l'oolithe corallienne supérieure (oolithe de Tonnerre) (1). Autant qu'on peut en juger d'après les dessins du *Lethea bruntrutana*, plusieurs des fossiles que j'ai cités à ce niveau se retrouveraient dans des « calcaires compactes » et des « calcaires à *Terebratula insignis* » du dicératien d'Étallon, qui surmontent les calcaires à *Cidaris florigemma* (glypticien du même auteur).

C. — *Calcaires à Céromyes ou du haut du mont des Boucards.*

Les calcaires à Céromyes (assise C) recouvrent, au mont des Boucards et à Menneville, l'assise B, et sont exploités, sur ces deux points, pour la fabrication de la chaux. A première vue, on ne saurait séparer les assises B et C; l'une et l'autre, en effet, sont composées de calcaires blanchâtres et d'argiles. Cependant, dans l'assise C, les calcaires sont plus blancs, plus compactes, plus durs, à cassure nette, un peu fissiles et disposés en bancs plus épais ; les argiles qui séparent les bancs de calcaires sont plus noires ; les fossiles, plus rares qu'en B, sont quelquefois déformés, écrasés. La faunule des deux assises est d'ailleurs différente. Si, en effet, quelques espèces passent de B en C et établissent une liaison étroite entre ces assises, les espèces les plus communes (les Céromyes) sont spéciales aux couches C, et un certain intérêt s'attache, ainsi que nous le verrons, à la faunule dont elles font partie.

Aux fours à chaux de Menneville, deux carrières donnent la coupe suivante, de haut en bas :

Calcaire compacte blanc avec nombreuses Céromyes, *Pholadomya paucicosta*, *Mytilus* voisin du *M. Medus*, etc. ($0^m,80$).

Argile noirâtre avec quelques *Ostrea* (*Ostrea nana*, *Ostrea solitaria*), fragments de *Pecten*, etc. (1 mètre).

---

sa 3e et dernière assise oxfordienne sous le nom de *calcaires à Terebratula insignis* ou de *calcaires du mont des Boucards* (*Bull. de la Soc. acad. de Boulogne*, n° 4, 1865).

(1) Nouvelles observations sur le terrain jurassique des environs de Tonnerre, par M. Cotteau (*Bull. des sciences naturelles de l'Yonne*, 1868).

Calcaire argileux grisâtre, tendre, avec quelques rares Térébratules (*T. insignis*), *Gervillia*, *Arca*, etc. (0m,80).
Argile comme ci-dessus (1 mètre).
Calcaire compacte blanc, à Céromyes, comme ci-dessus (1 mètre).

Les deux bancs de calcaires à Céromyes sont exploités. Le fond des carrières est sur de l'argile. Les talus du chemin donnent la série descendante des couches (c'est-à-dire l'assise B).

On peut évaluer à 4 m. 50 ou 5 mètres, au mont des Boucards et à Menneville, l'épaisseur des couches qui constituent l'assise C. Au nord du mont des Boucards (dans les environs d'Épitre), ces couches sont beaucoup moins développées.

J'ai recueilli dans les calcaires à Céromyes, à Menneville et au mont des Boucards, les fossiles suivants : *Pterocera*, c. ; *Umbrella* (la même qu'en B); *Panopœa*, c.; *Pholadomya paucicosta*, Rœm. (beaucoup plus commune qu'en B); *Ceromya* (voisine de *C. obovata*), c.; *Ceromya* (autre espèce), c. ; *Mytilus* (voisin du *M. Medus* de l'étage kimméridien, mais plus voisin encore d'un *Mytilus* oxfordien de la Haute-Marne), c.; *Cardium*, c. ; *Arca*, c.; *Anatina*, c. ; *Corbula*, c. ; *Pecten* r. ; *Ostrea nana*, r., etc.

Les argiles de l'assise C m'ont donné, à Menneville, quelques rares fossiles des argiles de l'assise B.

Les Céromyes et le Mytile qui caractérisent l'assise C caractérisent également le corallien compacte de Vouécourt (Haute-Marne), et permettent de considérer les deux dépôts comme synchroniques.

D. — *Argiles à* Ostrea subdeltoidea (*nob.*) *ou Argiles du mont des Boucards.*

Nous venons de voir que les assises A, B et C manquent, le plus souvent, l'une ou l'autre, et qu'elles sont exceptionnellement toutes les trois superposées au mont des Boucards. Le massif argileux D, reconnaissable partout à de nombreux fragments de grandes Huîtres deltoïdes et à des rognons de limonite concrétionnée, est au contraire constant, mais son épaisseur varie sur des points très-rapprochés; il paraît avoir au maximum 8 mètres ; souvent il n'a que 2 ou 3 mètres. Ces accumulations inégales de sédiments s'observent dans le Boulonnais à tous les niveaux du terrain jurassique supérieur.

J'ai rencontré partout l'assise D, tantôt sur l'assise A (Échinghen, Brucdale, Questinghen, Hourecq), tantôt sur l'assise B

(entre Conteville et Belle, entre Conteville et Hautembert, entre Wierre-Effroy et Épitre), ou sur l'assise C (au mont des Boucards et vers Épitre), ou, enfin, affleurant sous les assises E et F, sans qu'on puisse voir sur quoi elle repose, (ruisseau d'Hesdin-l'Abbé).

Dans la tranchée d'Épitre, par suite de la faille de la Slack et de l'amoindrissement des assises B et C, les argiles de la base de l'oxfordien moyen et les argiles à *Ostrea subdeltoidea* dont les fragments peuvent être pris à première vue pour des fragments de l'*Ostrea dilatata* (var. *plate*), semblent, d'abord, ne faire qu'un même massif.

La présence de cette assise se devine de loin à l'aspect tout particulier du sol, qui est impropre à la culture, couvert de joncs, tout fendillé, circonstance qui a valu à un endroit de la route de Samer, près de Carly, le nom de mont Pourri.

Au mont des Boucards (sur la route d'Houllefort à Wierre-Effroy) l'assise D a son plus grand développement. Les argiles sont noirâtres, remplies de rognons de limonite et de fragments d'Huîtres. Ces Huîtres forment, vers la partie supérieure du massif, un lit collé sur une couche argilo-sableuse jaunâtre, de quelques lignes d'épaisseur seulement, et remplie de fossiles indéterminables, de grains de quartz, de petits cailloux noirs et de débris d'os. De nombreux fragments d'Huîtres indiquent la présence d'un lit semblable vers la base du massif. A la partie inférieure de ces argiles, on rencontre l'*Ostrea nana* et un *Pecten* de l'assise C. Ces argiles sont ainsi reliées paléontologiquement, comme elles le sont minéralogiquement, aux argiles intercalées entre les deux bancs de calcaires à Céromyes (assise C).

A Hourecq, j'ai recueilli dans l'assise D une grosse Bélemnite très-voisine du *Belemnites excentricus*. Des fragments de la même Bélemnite sont assez communs au mont des Boucards (1).

L'assise D est caractérisée partout, ainsi que je viens de le dire, par de grandes Huîtres plates et deltoïdes très-fragiles. Plusieurs exemplaires de cette Huître ont été recueillis au mont des Boucards par M. Michelot et par moi. Ces *Ostrea* ressemblent beaucoup à l'*Ostrea deltoidea* et, au premier abord, on n'hésite pas à les rapporter à cette espèce. Cependant, en les comparant aux *Ostrea deltoidea* du cap la Hève, nous avons

(1) Le *Belemnites excentricus* est cité par Alc. d'Orbigny dans l'étage corallien de Trouville (*Prodrome*, t. 2, p. 1).

reconnu, M. Hébert et moi, quelques différences qui permettent de les distinguer, soit comme espèce, soit tout au moins comme variété, aussi bien des Huîtres deltoïdes du cap la Hève, que des Huîtres deltoïdes de l'oxfordien de la Meuse (*Ostrea unciformis*, Buv.).

L'Huître du mont des Boucards a l'impression ligamentaire constamment moins allongée que celle de l'*Ostrea deltoidea*; son crochet, au lieu de se terminer en pointe, se termine presque carrément; quelques caractères la séparent également de l'*Ostrea unciformis*, dont le crochet est plus court et plus oblique. Doit-on ne faire de ces Huîtres deltoïdes qu'une seule espèce, l'*Ostrea deltoidea*, espèce à long terme, qui traverserait tout le terrain jurassique supérieur? Une première variété commencerait avec l'oxfordien inférieur de la Meuse; une autre (*Ostrea unciformis*, Buv.) (1) serait de l'oxfordien supérieur de la même contrée; l'*Ostrea* du mont des Boucards constituerait une troisième variété; le type caractériserait les argiles du cap la Hève et serait rare à Boulogne, dans des couches plus élevées du kimméridien; on retrouverait une variété deltoïde très-rare (je n'en ai recueilli que deux exemplaires [2]) dans le portlandien moyen du Boulonnais et, avec beaucoup de bonne volonté, on pourrait voir une dernière variété de cette espèce dans l'*Ostrea expansa* du portlandien moyen et du portlandien supérieur (3). Enfin, pour suivre cette espèce dans toutes ses pérégrinations ou ses transformations, on pourrait dire que les sédiments calcaires ne lui conviennent pas et qu'elle y perd sa forme deltoïde. Elle deviendrait alors l'*Ostrea cotyledon*, Contej., et l'*Ostrea* de la base des calcaires à Astartes de la Sarthe, qui diffère du type de l'*Ostrea deltoidea* de Weymouth. Mais ces rapprochements mèneraient loin, et, comme l'Huître plus ou moins deltoïde de chacun de ces niveaux a toujours quelques caractères spéciaux (même en tenant compte de la variabilité du genre et des différences d'âge), j'incline à considérer celle des argiles du mont des

(1) L'exemplaire figuré par M. Buvignier, dans la *Statistique de la Meuse*, paraît être une variété extrême.

(2) Ils ont été considérés par M. de Loriol comme une variété de l'*O. expansa* (*Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, Monographie du portlandien du Boulonnais*).

(3) Un de mes échantillons du mont des Boucards ne saurait être distingué des *Ostrea expansa* du portlandien.

Boucards comme une espèce distincte (l'*Ostrea subdeltoidea*,) plutôt que comme une variété de l'*Ostrea deltoidea*.

E.—*Argiles et calcaires roux à* Trigonia Bronnii; — *Sables ferrugineux et Grès (couches d'Échinghen).*

Bien que ces couches soient très-minces (0m,50 à Échinghen) et qu'elles se réduisent souvent à une simple plaquette de grès qui se perd dans l'argile D sous-jacente, elles m'ont paru mériter, à cause de leur faunule, une place distincte dans la série des assises jurassiques du Boulonnais.

Dans la vallée d'Échinghen, un petit ruisseau, qui vient se jeter dans le ruisseau de Baincthun, donne la coupe suivante de haut en bas :

Oolithe jaunâtre grossière désagrégée, avec petites Huîtres encroûtées (c'est la base de l'assise F.)

Argile jaunâtre.....	0m,50
Plaquette de grès bleu de 0m,02.....	
Argile comme ci-dessus, mais sableuse par places, avec un lit de calcaire ferrugineux, oolithique, renfermant quelques petits grains de quartz et rempli de Trigonies et d'Astartes.....	

Argiles noirâtres à *Ostrea subdeltoidea* (assise D).

Les mêmes couches ont été observées dans la tranchée d'Épitre par M. Michelot et par moi. M. Triger vient de les trouver à Bazinghen.

Entre Wierre-Effroy et Épitre, on remarque, au-dessous de l'oolithe (assise F), des sables ferrugineux qui correspondent au calcaire à *Trigonia Bronnii*, dans lequel on observe quelquefois des grains de quartz et même des galets assez volumineux.

A Hourecq, à Hesdin-l'Abbé, l'assise paraît être représentée par la petite plaquette de grès bleuâtre de la coupe d'Échinghen.

Les fossiles que j'ai recueillis dans le calcaire roux d'Échinghen sont : *Trigonia Bronnii*, Ag., c.; *Gervillia*, c.; *Arca*, c.; *Astarte* (plusieurs espèces très-communes dont une est voisine de l'*Astarte supracorallina*, Buv.) et plusieurs petits gastéropodes.

Ce calcaire paraît correspondre aux sables de Glos, caractérisés, comme on le sait, par la *Trigonia Bronnii;* quelques

uns de ses fossiles passent dans l'assise F et rappellent des espèces du *Calcaire à Astartes*.

L'intercalation du calcaire à *Trigonia Bronnii* dans des argiles reliées aux argiles D me conduit à rapprocher cette petite assise, qui paraît très-variable, de l'assise D plutôt que de l'assise F. Cependant peut-être pourrait-on tout aussi bien la rattacher à l'assise F.

F. — *Oolithe à* Nérinées *et à* Terebratula humeralis (*oolithe d'Hesdin-l'Abbé et calcaires de Bellebrune*).

Je distingue dans cette assise, qui affleure sur un grand nombre de points, et dont l'épaisseur varie entre 8 et 10 mètres, plusieurs niveaux différents :

1° On rencontre partout, à la partie inférieure, 1 mètre environ d'oolithe jaunâtre, friable, remplie de petites Huîtres encroûtées, semblables à celles que j'ai rapportées dans les assises A, B et C à l'*Ostrea nana*. Cette oolithe renferme aussi : *Pecten*, c.; *Astarte*, c.; *Ostrea spiralis*, a. c.; *Terebratula humeralis*, Rœm., c.; *Echinobrissus* (voisin de l'*E. major*, Et.) ; *Pygurus Royerianus* (nombreux débris); *Cidaris florigemma* (radioles grêles et assez rares) (Tranchée d'Épitre, vallée d'Échinghen, ruisseau d'Hesdin-l'Abbé, ruisseau d'Hourecq, environs de Samer, etc.).

2° Au-dessus, et sur 2 à 3 mètres d'épaisseur, l'oolithe est mieux agglutinée ; ses grains assez gros, ronds et jaunâtres, très-réguliers, sont cimentés par du calcaire blanc sur lequel ils ressortent. C'est l'oolithe à grosses Nérinées. J'ai recueilli à ce niveau : *Ammonites*, r.; *Nerinæa Goodhalii*, Sow. ? C.; *Nerinæa* (deux autres espèces), c.; *Pholadomya Protei*, Def., r.; *Pholadomya hortulana*, d'Orb., a. c.; *Astarte*, c.; *Lucina*, c.; *Pecten*, c.; *Mytilus subpectinatus*, d'Orb., a. c.; *Ostrea nana*, c.; *Ostrea spiralis*, r.; *Rhynchonella inconstans*, d'Orb. (var. *minor*), c.; *Terebratula humeralis*, Rœm.; *Terebratula subsella*, Leym., c.; *Echinobrissus*, c.; *Pygurus Royerianus*, Cotteau, c.; *Holectypus corallinus*, d'Orb. c. (Baincthun, Épitre, Hautembert, Questinghen, Hesdin-l'Abbé, Hourecq, etc.).

3° Cette oolithe est surmontée de calcaires compactes blanchâtres, avec taches noirâtres dans les fissures. Ils rappellent les calcaires de Bréquerèque qui surmontent l'assise G et les calcaires du mont des Boucards (assises B et C). Leur épaisseur varie de quelques centimètres à 1m,50. C'est

vers Alincthun et Wirvigne qu'ils paraissent avoir leur plus grand développement ; on les y exploite comme pierre à chaux. Ils occupent aussi de grandes surfaces entre Brucdale et Carly. Je n'y ai point vu de fossiles.

4° Ces calcaires compactes sont suivis de 3 à 4 mètres de calcaires jaunâtres, durs, finement oolithiques par places, très-fossilifères. J'y ai recueilli : *Chemnitzia*, c.; *Nerinæa Gosæ*, Rœm.? c.; *Nerinæa* (2 autres espèces); *Natica*, c.; *Pholadomya Protei*, Def., c.; *Panopœa*, c.; *Arca*, c.; *Pecten*, c.; *Trigonia papillata*, Ag., c.; *Terebratula humeralis*, Rœm., c.; *Hemicidaris Gresslyi*, Et.? r.; *Pygurus Royerianus* (fragments communs), et de nombreux fragments de *Pinnigena* (*P. Saussurii*, d'Orb.). — (Hautembert, Alincthun, versant du mont Lambert, Carly, env. de Samer, etc.).

A Bellebrune, un calcaire jaunâtre, dur, légèrement oolithique, rempli de Nérinées, est suivi, sur une épaisseur de 1 mètre, d'une oolithe friable, très-argileuse, jaunâtre, qui renferme de nombreux fossiles bien conservés (*Astarte*, *Venus*, *Arca*, etc.) Cette oolithe est rougeâtre à sa partie supérieure; elle est surmontée d'argile noirâtre et de grès (assise G).

Si quelques fossiles, tels que le *Mytilus subpectinatus*, l'*Ostrea nana*, le *Cidaris florigemma* rattachent encore l'assise F aux assises A, B, C (et même à l'Oxford-clay), elle se sépare cependant de ces assises par l'ensemble de sa faune et par la nature oolithique de la plupart de ses couches.

Je considère l'assise F comme correspondant à la partie inférieure du Kimmeridge-clay du Havre et au kimméridien inférieur de la Haute-Marne. L'oolithe a exclu les *Ostrea deltoidea* qui caractérisent ce niveau au Havre, mais a permis le développement d'une partie de la faune de cette localité (*Pholadomya Protei*, *Trigonia papillata*, etc.). Les mêmes variétés de *Terebratula subsella* et de Rhynchonelles, le *Pygurus Royerianus*, la *Pholadomya Protei*, etc., rapprochent cette oolithe du kimméridien inférieur de la Haute-Marne. L'*Hemicidaris Gresslyi*, l'*Echinobrissus major*, etc., sont cités dans le Jura Graylois à un niveau équivalent.

G. — *Grès à* Pygurus Royerianus *ou de Wirvigne.*

L'oolithe (assise F) est recouverte dans tout le bas Boulonnais, sur une épaisseur qui varie de quelques centimètres à 6 mètres, d'argiles grisâtres ou de sables jaunâtres, avec intercalation

d'un grès glauconieux gris verdâtre, très-riche en échinides, et que j'ai signalé en 1865 sous le nom de *grès de Wirvigne* (1).

Sur le versant du mont Lambert, à Épitre, et ailleurs, l'assise G se compose de bas en haut de :

2 mètres environ d'argiles grisâtres;

0m,40 à 70 de grès glauconieux calcarifère, bleuâtre ou jaunâtre, très-dur, formant tantôt un banc, tantôt deux, avec nombreux échinides et petites *Ostrea virgula;*

1 mètre à 1m,50 d'argiles comme les précédentes, avec rares *Ostrea virgula* de petite taille, quelques *Ostrea spiralis*, radioles et fragments de test du *Cidaris baculifera*, Ag.

Ces argiles sont surmontées des calcaires que j'ai désignés, dans des communications précédentes, sous le nom de *calcaires de Bréquerèque* (2).

Sur le chemin de Conteville à Hautembert, l'oolithe à grains fins, jaunâtre et dure, remplie de *Chemnitzia* et de Nérinées, qui termine l'assise F, est durcie à sa surface, corrodée, couverte de petites Huîtres et de radioles de *Cidaris baculifera*, et percée de trous. Ces trous et les inégalités de la surface de la roche sont remplis de grès glauconieux verdâtre. L'oolithe formait sans doute sur ce point une sorte de récif qui n'a reçu que quelques sédiments de l'assise G. La terre végétale éboulée sur le talus cache peut-être quelques plaquettes de grès; cependant, les calcaires de Bréquerèque bien développés paraissent reposer presque directement sur l'oolithe.

L'assise G que nous venons de voir composée d'argiles et de grès, ou réduite, pour ainsi dire, à quelques parcelles de grès, est très-développée à Wirvigne, à Questrèque et à Carly. Dans cette partie de la contrée, les grès augmentent d'épaisseur et sont entremêlés de sables. On les exploite dans de nombreuses petites carrières qui donnent, de haut en bas, la coupe suivante :

Calcaires de Bréquerèque (les premiers bancs ou *petits bancs* des carriers).

Argile grisâtre passant inférieurement à de l'argile sableuse (1 mètre ou moins, suivant l'épaisseur du grès sous-jacent).

Grès glauconieux, verdâtre ou bleuâtre, se délitant à la surface en plaquettes jaunâtres convertes de fossiles; quelques galets noirs; épaisseur variable (de 0m,50 à 1 mètre).

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXIII, 1865.— *Ibid.*, t. XXIV, 1867.

(2) *Ibid.*

Sable blanchâtre ou jaunâtre (1 mètre environ).
Grès comme ci-dessus, mais plus dur, plus compacte, plus bleuâtre et moins fossilifère ($0^m,60$).

Au-dessous, d'après les carriers, il y aurait encore une certaine épaisseur de sable et de grès avant d'arriver à l'oolithe. On peut évaluer dans ces localités, l'épaisseur de l'assise à 6 mètres.

J'ai recueilli à Wirvigne, à Questrèque et à Carly, de nombreux fossiles parmi lesquels je citerai : *Ammonites* (2 espèces); *Natica*, c. (plusieurs espèces); *Cerithium*, r.; *Nerinæa*, c.; *Trigonia* (3 espèces); *Pecten* (plusieurs espèces); *Lima* (plusieurs espèces, dont une de grande taille rappelle la *Lima proboscidea*); *Arca*, c.; *Avicula*, c.; *Gervillia* (voisine de la *G. kimmeridiensis*), c.; *Mytilus subpectinatus*, c.; *Corbula*, *Astarte*, *Lucina*, *Anomya*, *Ostrea virgula*, r.; *Ostrea spiralis*, c.; *Terebratula subsella*, c.; *Cidaris florigemma* (de rares radioles); *Stomechinus semiplacenta*, Des. c.; *Pseudodiadema mamillanum*, Des. r.; *Pygurus Royerianus*, Cott.

Plusieurs de ces fossiles caractérisent le kimméridien inférieur du Havre et de la Haute-Marne.

Un certain nombre d'espèces communes relient l'assise G à l'assise F sous-jacente.

Les petites oscillations qui ont occasionné tantôt l'émersion de telle ou telle partie de la contrée, (par conséquent des lacunes dans la sédimentation), tantôt seulement des accumulations inégales de dépôts, n'ont pas empêché les faunules de se relier entre elles, plus ou moins, sur les points où elles se succédaient régulièrement. Cet ensemble d'assises paraît donc, tout d'abord, ne pas comporter de division bien définie. Cependant on peut grouper, d'une part, les assises A, B, C, D, E, et, d'autre part, les assises F et G.

L'assise A ne saurait être rattachée à l'oxfordien supérieur. Malgré l'analogie des sédiments, sa faune diffère de celle du calcaire oxfordien à *Opis*. Si ces deux faunes ont quelques espèces communes, s'il n'est pas possible d'établir là une coupure de premier ordre, la limite entre l'Oxford-clay et la zone à *Cidaris florigemma* est pourtant nette dans le Boulonnais, comme dans le reste du bassin de Paris.

Les assises A, B, C doivent être réunies. Elles forment, en effet, un même ensemble de calcaires blanchâtres alternant avec

des argiles grisâtres ou noirâtres, et, si la faune de l'assise A est tout autre que celle de l'assise C, la liaison se fait dans l'assise B, qui a beaucoup d'espèces communes avec l'une et l'autre.

Certaines affinités me portent à rattacher l'assise D aux assises sous-jacentes, bien qu'elle repose tantôt sur l'une tantôt sur l'autre, et malgré la ressemblance de l'Huître qui la caractérise avec l'*Ostrea deltoidea*.

La petite assise E est pour ainsi dire indivise, et peut tout aussi bien être rattachée à l'assise F qu'à l'assise D; j'incline cependant pour sa réunion à cette dernière.

Dans l'assise F nous trouvons une faune réellement kimméridienne, tout autre que celle des assises A, B, C, présentant cependant encore quelques-unes de ces espèces à long terme qui traversent plusieurs étages.

Bien que l'une soit formée d'oolithe et l'autre en grande partie de sédiments sableux, les assises F et G ont assez d'espèces communes pour qu'on puisse les grouper.

L'assise G se sépare nettement des calcaires de Bréquerèque à *Pholadomya hortulana*.

Ces deux groupes de couches seront donc ainsi formulés :

Etage corallien.....	A Calcaire à *Cidaris florigemma* et à polypiers. B Calcaire à *Terebratula insignis*. C Calcaire à Céromyes. D Argiles à *Ostrea subdeltoidea*. E Calcaires roussâtres à *Trigonia Bronnii*.
Étage kimméridien inférieur. (Séquanien ou astartien).	F Oolithe à Nérinées et à *Terebratula humeralis*. G Grès à *Pygurus Royerianus*.

Le corallien, en supposant ses assises superposées, comme elles le sont au mont des Boucards, a 20 ou 25 mètres d'épaisseur, au lieu des 150 ou 200 mètres qu'ont, dans la Meuse et dans la Haute-Marne, les couches équivalentes. Nous avons vu que cet étage se compose, dans une partie du Boulonnais, des assises A, D, E et dans une autre partie de la contrée des assises B, C, D, E.

Le kimméridien inférieur ou séquanien a 15 mètres environ d'épaisseur. Dans les environs de Dôle, le séquanien aurait, d'après M. Jourdy, 70 mètres (1). Cet étage paraît être plus

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIII, p. 155 et suivantes.

développé encore sur d'autres points du Jura, mais il est probable qu'on lui attribue des couches qui appartiennent au corallien. Le groupe de Besançon, ou séquanien de M. Marcou, n'a que 35 mètres (1).

Dans une communication précédente (2), j'ai déjà rapporté l'oolithe à Nérinées et le grès à *Pygurus Royerianus* du corallien auquel on les attribuait jusqu'alors ; je les ai placés dans l'étage séquanien et j'acceptais la classification adoptée provisoirement par M. de Loriol, comme cadre de ses monographies jurassiques, classification qui prévoit le partage du corallien entre l'oxfordien et le séquanien (3); mais les observations consignées dans cette note m'ont amené à rétablir le corallien et son indépendance me paraît être, dans le Boulonnais, aussi bien, sinon mieux accusée, que celle du portlandien et du kimméridien supérieur (virgulien), étages plus étroitement reliés que je ne l'avais cru d'abord (4).

L'étage corallien du Boulonnais comprend des assises synchroniques du *corallien compacte* de la Haute-Marne et de l'Yonne, que quelques auteurs placent dans le kimméridien inférieur ou séquanien, parce qu'il renferme des fossiles considérés comme kimméridiens. Quelques-uns de ces fossiles se trouvent aussi dans le *corallien compacte* du Boulonnais; mais ils ne montent pas, comme ailleurs, dans des couches plus élevées, et, si l'on arrive à démontrer que ce sont bien réellement des fossiles kimméridiens, on pourra répondre qu'ils vivaient, à Boulogne comme dans d'autres contrées, avec des fossiles oxfordiens. Ces passages d'espèces prouveront seulement que l'étage corallien est relié à l'étage qui le précède et à celui qui le suit, comme le sont au surplus tous les étages jurassiques, dont les limites sont souvent mieux marquées dans nos classifications que dans la nature.

J'ai énuméré dans le tableau ci-joint les diverses assises que je distingue dans le Boulonnais, au-dessus de l'étage bathonien

(1) *Lettres sur le Jura*, p. 41.

(2) *Mém. Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. XIX (*Monographie du portlandien du Boulonnais*), et *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIV, p. 181.

(3) *Ibid.*

(4) J'ai pu constater récemment que quelques couches argilo-calcaires du kimméridien supérieur (virgulien) sont remplies de fossiles que je croyais spéciaux aux argiles du portlandien moyen.

Etage kimméridien	à 80 mètres.	Argiles moyennes à Ostrea virgula.	Ammonites longispinus, Trigonia Rigauxiana, Pholadomya acuticostata. Ostrea virgula (type). Terebratula

et qui paraissent pouvoir être réunies dans une même division du terrain jurassique : le *terrain jurassique supérieur*. Je cite quelques équivalents ; j'indique également la classification que je crois, d'après de nouvelles observations, le mieux appropriée au Boulonnais, comme au reste du bassin de Paris. Toutes ces assises réunies donnent 220 mètres environ de sédiments. Elles ont pour la plupart une épaisseur bien faible relativement à celle qu'atteignent quelquefois les dépôts synchroniques ; mais elles renferment des faunules variées et l'on peut dire que le terrain jurassique supérieur est plus complet dans le Boulonnais que partout ailleurs. J'ai fait remarquer précédemment que le portlandien inférieur, dont l'épaisseur, à Boulogne, ne dépasse pas 20 mètres, a 200 mètres environ dans la Meuse et dans la Haute-Marne, mais que, par contre, le portlandien moyen manque dans ces deux contrées.

M. Triger dit qu'il a reconnu sur les lieux l'exactitude des coupes des tranchées du chemin de fer de Boulogne à Calais, relevées par les soins de M. Michelot. Il ajoute qu'il n'a pas eu l'occasion d'étudier les localités dont vient de parler M. Pellat, mais que le niveau de l'*Ostrea deltoidea* dans le Boulonnais lui paraît correspondre exactement au niveau de la même Huître au Havre, dans la Sarthe et ailleurs. Cette Huître caractérise, suivant lui, les assises inférieures du calcaire à Astartes qui forme le premier terme de la série kimméridienne.

M. de Lapparent croit que la couche à *Ostrea deltoidea* du Boulonnais serait plus convenablement rattachée à l'étage séquanien qu'à l'étage corallien. Dans l'est de la France, l'*Ostrea deltoidea* occupe un niveau tout à fait semblable. MM. Sauvage et Buvignier l'ont rangée dans la partie inférieure de leur calcaire à Astartes, dont l'assise supérieure est caractérisée par les Ptérocères et les Trigonies ; ces deux savants auteurs font d'ailleurs rentrer le calcaire à Astartes dans le grand étage kimméridien.

Les choses ne se passent pas autrement à la Hève, où les marnes à Ptérocères recouvrent directement les couches à *Ostrea deltoidea*, qui paraissent constituer la partie la plus inférieure de l'étage kimméridien, car, ainsi que l'a démontré M. Lennier, c'est au-dessus des marnes à Ptérocères, en allant

vers Bléville et Octeville, qu'on rencontre les véritables argiles à Gryphées virgules, correspondant au virgulien des géologues de l'Est.

Il paraît donc naturel d'assimiler les couches à *Ostrea deltoidea* et à Ptérocères du kimméridien du Havre aux couches analogues des Ardennes et de les rattacher, avec ces dernières, au sous-groupe séquanien ou du calcaire à Astartes, lequel ne serait autre chose que la division inférieure du grand étage de Kimmeridge. Et alors la position de l'*Ostrea deltoidea* du Boulonnais, à la base de l'oolithe séquanienne à *Terebratula humeralis*, s'expliquerait sans difficulté. Au contraire, la présence, dans l'étage corallien, d'une Huître, même seulement très-voisine de l'*O. deltoidea*, serait un fait entièrement nouveau, et qui romprait la continuité entre la série kimméridienne de l'ouest et celle de l'est du bassin parisien.

M. Pellat rappelle qu'il existe dans l'oxfordien de l'Est une huître deltoïde. La présence d'une Huître analogue ou même de la vraie *Ostrea deltoidea* dans des argiles du corallien supérieur n'a donc rien de surprenant. Les argiles qu'il attribue au corallien sont surmontées d'une couche caractérisée par la *Trigonia Bronnii* et qui lui paraît correspondre aux sables de Glos (rapportés au corallien). C'est au-dessus de cette couche, dans l'oolithe à Nérinées, qu'il trouve la faune des couches inférieures du cap la Hève. M. Pellat ajoute qu'il considère, au surplus, dans le Boulonnais, comme très-artificielle, la limite entre le corallien supérieur et le kimméridien inférieur (calcaire à Astartes).

M. Hébert exprime l'opinion que l'Huître deltoïde du Boulonnais est aussi voisine de l'*Ostrea unciformis* de l'oxfordien de l'Est que de l'*Ostrea deltoidea* proprement dite, et que par conséquent elle ne saurait rien prouver de certain quant au niveau où on la rencontre. En outre, ajoute M. Hébert, l'*O. deltoidea* du cap de la Hève est séparée de la base du kimméridien par 60 mètres d'argiles qu'on voit affleurer au-dessus du coral-rag d'Hennequeville et à la base desquelles on retrouve une autre *O. deltoidea* plus arrondie et qui, suivant lui, serait l'espèce reconnue par MM. Sauvage et Buvignier à la base de leur calcaire à Astartes.

En résumé, M. Hébert ne voit pas d'objection à placer

dans le corallien supérieur les argiles à Huîtres deltoïdes du Boulonnais.

Le Secrétaire lit les deux notes suivantes de M. Lory :

Sur la structure des Alpes occidentales; observations sur diverses notes de M. Ébray; par M. Ch. Lory.

La livraison du *Bulletin* publiée en juillet dernier renferme une note de M. Ébray relative aux Alpes du Dauphiné et de la Savoie (1), dans laquelle se trouvent reproduites et développées diverses conclusions que l'auteur avait déjà, en partie, présentées dans des notes précédentes (2). La conformité et même la connexion que M. Ébray semble vouloir établir entre ses recherches et les miennes m'obligent à dire que je suis très-loin d'être d'accord avec lui sur les faits dont il traite, et que, en particulier, je n'ai jamais admis et n'admets point encore aujourd'hui la réalité de cette grande *faille occidentale des Alpes dauphinoises*, qui, suivant lui, régnerait constamment entre le massif des terrains anciens de la *chaîne de Belledonne*, et la zone de terrains jurassiques appliquée sur le versant occidental de cette chaîne. C'est d'ailleurs *la seule faille* que M. Ébray ait signalée, dans les Alpes, *après* tous les grands accidents de ce genre que j'ai décrits et figurés, et sur l'importance desquels j'ai insisté, dans toutes les parties des Alpes dauphinoises (1); *après* ma note sur Petit-Cœur (2), où j'ai fait connaître la grande faille passant par Saint-Jean-de-Maurienne et le versant oriental du mont Blanc, jusqu'en Valais, et la seule dont il ait parlé *avant* la publication du mémoire accompagnant la *Carte géologique de la Maurienne et de la Tarantaise*, par M. Vallet et moi (3), où nous avons établi le rôle fondamental des grandes failles dans la structure des chaînes alpines, depuis le mont Blanc

(1) *Bull.*, 2e série, t. XXIV, p. 401.

(2) *Bull.*, t. XXIII, p. 172 et t. XXIV, p. 172.

(3) Voir mes *Coupes géologiques des montagnes de la Grande-Chartreuse*, *Bull.*, 2e série, t. IX, 1852; *Coupes relatives à la Réunion extraordinaire en Savoie*, t. XVIII, pl. XV et XV bis, 1861; *Coupes géologiques du Briançonnais*, *Bull.*, t. XX, 1863; et presque toutes les coupes figurées dans les 5 planches de ma *Description géologique du Dauphiné*, 1860-1864.

(4) *Bull.*, t. XXII, p. 48.

(5) *Bull.*, t. XXIII, p. 480.

jusqu'au mont Viso, sans y faire figurer la faille décrite par M. Ébray. Cela étant, il m'est difficile de comprendre comment M. Ébray peut dire que, dans ce dernier mémoire, j'ai *publié la suite du travail dont il avait commencé la publication* (1), et comment il peut donner à entendre qu'il a été le premier à apprécier l'importance des grandes lignes de failles dans la structure des Alpes.

L'idée de cette *faille occidentale*, à laquelle M. Ébray attache une si grande importance, paraît lui avoir été suggérée par une vue lointaine des Alpes, du haut de la chaîne du Beaujolais (2). Il s'est refusé à croire ce que j'avais dit, après bien d'autres géologues, pour la chaîne de Belledonne et ses annexes, que « les couches du lias, inclinées et souvent très-contournées, se redressent toujours fortement sur les flancs des massifs cristallins » ; et, venant à l'examen des lieux, il a cru reconnaître que, *le plus souvent*, les couches jurassiques butent horizontalement ou même s'affaissent vers la chaîne principale ; que la jonction n'est pas celle qui résulte d'une véritable superposition, même discordante, mais bien une juxta-position résultant d'une rupture.

Les seules localités décrites par M. Ébray pour établir l'existence de cette faille sont Aiguebelle (Savoie) et Allevard (Isère).

Pour cette dernière localité, la rectification de la coupe donnée par M. Ébray est toute faite depuis longtemps ; elle est dans les coupes décrites et figurées par M. Gueymard (3) et par M. Sc. Gras (4), reproduites par moi avec continuation jusqu'au sommet du Grand-Charnier (5). M. Gueymard et M. Gras ont indiqué la cause d'erreur contre laquelle M. Ébray me paraît ne pas s'être tenu en garde et qui a pu lui faire croire que les calcaires schisteux du lias venaient buter par leurs tranches contre les terrains anciens. Cette cause d'erreur résulte du *feuilletage* de ces calcaires qui donne lieu à des divisions souvent plus apparentes que les vrais joints de stratification. Si M. Ébray avait tenu compte de l'existence des *gypses*, décrits par tous les géologues précédents, entre les calcaires du *lias*

(1) *Bull.*, t. XXIV, p. 401.
(2) *Bull.*, t. XXIII, p. 172 et suivantes.
(3) *Bull.*, 1re série, t. XI, p. 424 ; et *Statistique de l'Isère*, p. 226.
(4) *Ann. des Mines*, t. XVI, 1839.
(5) *Description géol. du Dauphiné*, pl. 1.

et les *grès bigarrés*, que M. Fournet a rapportés le premier au *trias* (1), il aurait sans doute hésité à déclarer ceux-ci *probablement permiens*, et il n'aurait pas figuré les calcaires du lias comme butant, presque à angle droit, contre ces grès, sur toute la hauteur de la coupe. Pour rétablir les faits, il suffira de donner ici un profil détaillé de la gorge d'Allevard, croquis pris sur les lieux, avec les inclinaisons *réelles* des divers terrains.

Ce profil met en évidence la disposition et les rapports mutuels des groupes suivants :

L, calcaires argileux noirs, plus ou moins feuilletés et fissiles, dans un sens tout différent de leur véritable stratification. Leurs couches, en effet, plongent constamment à l'aval, vers l'O. N. O., et se redressent avec une inclinaison croissante, du côté de la chaîne alpine ; mais les surfaces de clivage sont inclinées en sens inverse, presque perpendiculairement aux joints de stratification, ou, plus exactement, formant avec eux un angle un peu aigu du côté de l'ouest. Sur la rive gauche, au point *a*, on trouve, dans ces calcaires, beaucoup de Bélemnites et des Ammonites déformées, devenues fortement elliptiques, qui paraissent pouvoir être rapportées à des espèces du *lias moyen* : *Belemnites niger*, List. (?) ; *Ammonites Valdani*, d'Orb. (?). Ces fossiles sont souvent coupés par les plans de feuilletage. Ces plans simulent une fausse stratification, qui, de près, est plus apparente que la stratification véritable, surtout dans les assises inférieures de ce groupe L; on pourrait croire, au premier abord, que ces assises sont peu inclinées, plongeant vers l'E. S. E., tandis que, en réalité, elles sont très-fortement redressées et dirigées N. 25° à 28° E. Toute espèce de doute cessera, lorsque l'on continuera à suivre la coupe le long du chemin qui s'élève sur la rive droite du Bréda, en face des hauts-fourneaux. On trouve alors :

L', assise peu épaisse de calcaires argileux *noduleux*, en bancs minces ; le prolongement de cette même assise se voit dans une position toute semblable, sur le nouveau chemin montant d'Allevard aux mines de la Tailla, et j'y ai trouvé une portion d'empreinte d'Ammonite (*A. Boucaultianus*, d'Orb.?); cette assise représente, peut-être, le *lias inférieur* (*sinémurien*) ;

K, calcaires noirs, compactes ou sublamellaires, en couches minces, très-nettes, ondulées, presque verticales, dirigées

(1) *Bull.*, 2e série, t. VII, p. 548.

N. 25° E. ; une de ces couches, située vers le milieu du paquet, montre dans sa cassure des moules de petites coquilles bivalves; elle rappelle parfaitement, par son aspect, comme par sa position, la lumachelle à *Avicula contorta*, telle qu'on la voit à Champ, près Vizille, (1) et il me paraît très-probable que l'on y pourra trouver des fossiles déterminables, caractérisant cet horizon de l'*infra-lias*.

Quoi qu'il en soit, ces dernières couches calcaires, dans lesquelles les clivages du groupe supérieur L ne se prolongent pas, et dont la stratification est parfaitement claire, s'appuient immédiatement sur les roches caractéristiques du *trias :*

D, dolomies, passées presque entièrement à l'état de *cargneules ;*

G, gypse, exploité autrefois sur la rive droite, dans une carrière souterraine, aujourd'hui éboulée ; il est encore exploité sur la rive gauche, où sa stratification est très-nette, dirigée N. 35° E. et inclinée de 45°. Ce gypse est enclavé dans des schistes argileux bariolés, reposant sur

Q, grès quartzeux, bigarrés, en gros bancs alternant avec des grès schisteux micacés. Ces grès sont notablement plus inclinés que les gypses et que l'ensemble des couches du lias ; mais il est évident que cela tient à un *écrasement* local de l'assise gypseuse, et qu'il n'y a là ni *discordance de stratification*, ni *faille* proprement dite; dans le haut des coteaux, l'écrasement du gypse est complet, et les calcaires du *lias* touchent aux grès, ou n'en sont séparés que par une zone étroite de *cargneule*.

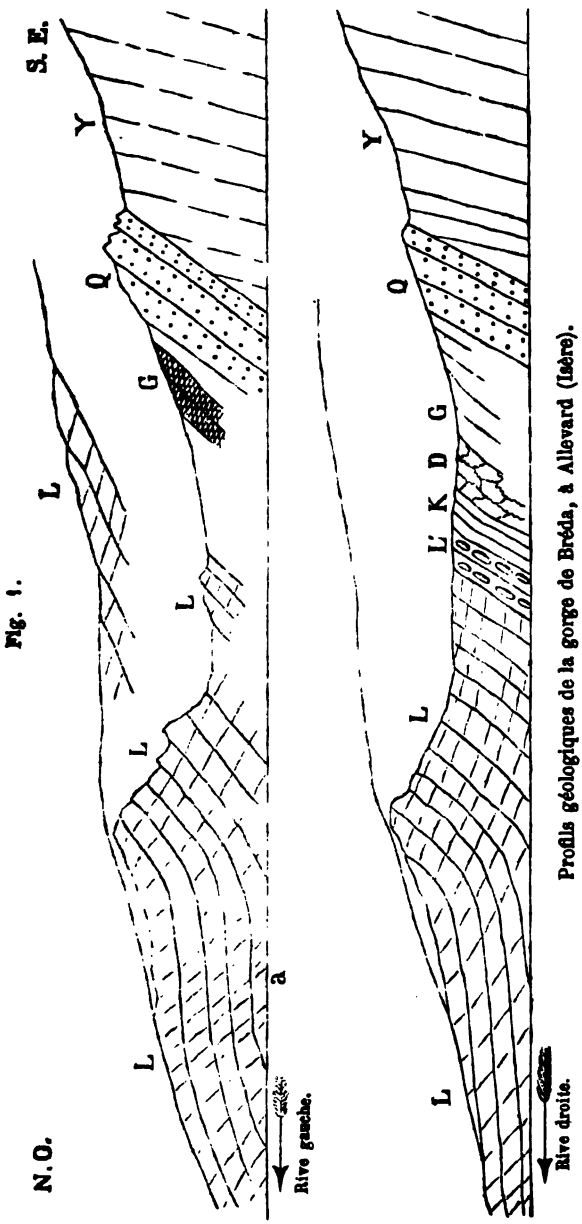
Les grès Q s'appuient enfin sur les schistes Y, dits *schistes talqueux*, à cause de leur aspect onctueux, mais qui, d'après les analyses que j'en ai faites, ne doivent pas contenir de *talc* proprement dit (2). Ces schistes Y sont presque verticaux, plongeant cependant encore sensiblement vers l'O., et leur direction oscille entre N. et N. 10° E. La superposition des grès à ces schistes est donc évidemment *discordante*, et ce n'est pas par le fait d'une *faille*, car elle se présente partout de la même manière, sur les deux versants et jusque sur les sommets de la chaîne, comme je l'ai montré depuis longtemps (3) et comme nous en retrouverons plus loin d'autres exemples.

---

(1) *Bull.*, 2e série, t. XIX, p. 720.

(2) *Bull. de la Soc. de Statist. de l'Isère*, 2e série, t. I, p. 142, 1851.

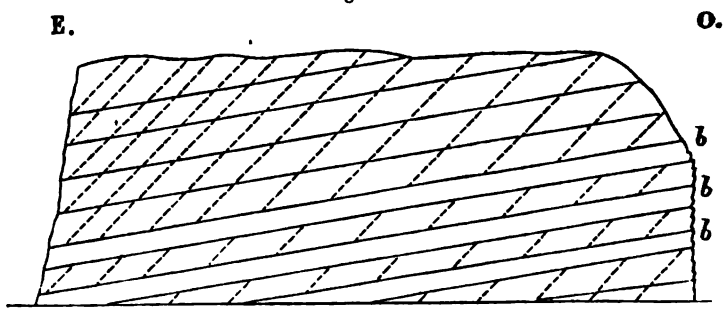
(3) *Description géol. du Dauphiné*, § 47.



Profils géologiques de la gorge de Bréda, à Allevard (Isère).

On voit que toute cette succession des terrains d'Allevard est parfaitement régulière et *sans faille*. Il me paraît évident que M. Ébray a été trompé par le feuilletage oblique des calcaires du lias, fait général dans toute la zone comprise entre la chaîne de Belledonne et la vallée de l'Isère. Les choses se présentent de même, un peu plus au nord, dans les gorges qui débouchent au-dessus du hameau du Buisson, et dans la gorge du Bens, de Saint-Hugon à Arvillard. Quand on traverse la zone liasique, en suivant la route d'Allevard à Goncelin, ou celle d'Allevard à Pontcharra, on voit que, à une certaine distance de la grande chaîne, le lias se relève vers l'ouest, et qu'il finit, en général, après quelques ondulations, par plonger fortement sous la vallée de l'Isère (1). Mais il est nécessaire de se tenir toujours en garde contre les apparences de fausse stratification résultant du feuilletage. C'est ainsi que, près du sommet de la route de Pontcharra, entre le Moutaret et les Bretonnières, on trouve une tranchée qui présente l'aspect ci-dessous.

Fig. 2.



Si l'on s'en rapportait aux indices les plus apparents, on serait tenté de prendre pour sens de la stratification celui des feuillets, inclinés de 45° environ; mais un examen un peu plus attentif fait reconnaître quelques petits bancs plus compactes, *b*, qui ne sont pas traversés par ces plans de clivage et qui marquent évidemment la vraie stratification, inclinée, en ce point, de 10 à 12° seulement.

Au sud de la gorge d'Allevard, la succession régulière des terrains, *sans faille*, se montre de même sur le nouveau chemin

(1) *Bull.*, 2e série, t. XVIII, pl. I, fig. 1.

des mines de la Tailla. Depuis là, jusqu'à Vizille, le versant de la chaîne est toujours recouvert d'une grande épaisseur de dépôts glaciaires ou d'éboulis, et on ne peut trouver aucune coupe convenable de la série des terrains. Ce qui est certain, toutefois, c'est que les lambeaux de grès à anthracite de Theys, de Laval, de Sainte-Agnès, de Vaulnaveys, sont accolés en couches à peu près verticales aux schistes chloriteux ou *talqueux*; que les grès et les dolomies du *trias*, à Theys et jusqu'à Laval, sont appuyés dessus, plongeant à l'O. N. O., et que les calcaires du *lias*, quand on peut en voir des affleurements au contact ou assez près de ces terrains plus anciens, sont redressés fortement, comme eux, vers la grande chaîne; mais, plus loin, ils s'infléchissent et se replient en voûte, comme entre Allevard et Pontcharra ou Goncelin; ils peuvent même décrire plusieurs plis, comme cela a lieu entre Uriage et Eybens, et comme nous l'avons figuré pour le prolongement des mêmes couches au sud de la gorge de la Romanche, entre Vizille et Champ, où les gypses du *trias* percent suivant les axes de leurs plis déchirés (1).

Dans tout cela, nous ne pouvons reconnaître aucune trace de la faille indiquée par M. Ébray, entre la zone liasique et celle des terrains anciens de la chaîne de Belledonne.

Au sud de Vizille, comme le dit M. Ébray (2), les allures des couches paraissent se modifier. J'ai indiqué depuis longtemps (3) que la vallée de la Mure devait son origine à une *faille* dirigée à peu près nord-sud, et que les roches éruptives de la Valdens (diorites, euphotides et serpentines), comme les roches semblables de Chanrousse, au dessus d'Uriage, formaient un *dyke* dans une autre *faille*, au sein du massif des terrains cristallins. M. Ébray ne cite pas ces déterminations antérieures de *failles*, dont ni l'une ni l'autre, du reste, ne serait le prolongement de sa faille d'Allevard; il ne donne aucune coupe, aucun détail stratigraphique précis; mais, préoccupé d'une idée théorique sur la liaison des sources minérales aves les failles, il suppose que la fracture qu'il croit avoir reconnue détermine l'apparition des sources sulfureuses d'Allevard et d'Uriage, et que son prolongement serait jalonné par les sources salines thermales

(1) *Bull.*, 2e série, t. XVI, p. 820; et *Description géol. du Dauphiné*, pl. I, fig. 6.

(2) *Bull.*, t. XXIII, p. 176.

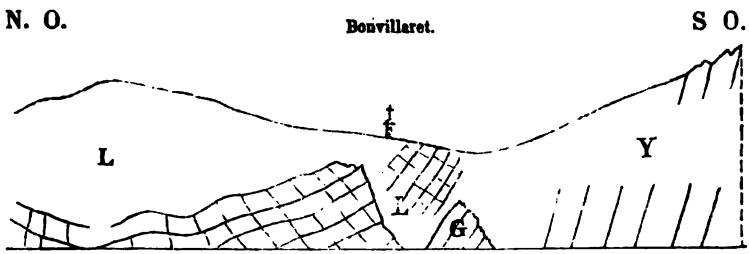
(3) *Descr. géol. du Dauphiné*, pl. I, fig. 4.

de la Motte et les petites sources sulfureuses ou acidules des environs de Mens. Cela me paraît sortir complétement du domaine de la géologie positive.

Reprenons maintenant la chaîne de Belledonne, aux environs d'Allevard, et voyons si, dans son prolongement nord, à travers la Savoie, la *faille* signalée par M. Ébray présente plus de réalité que dans le département de l'Isère.

M. Ébray la signale et en donne la coupe sur la rive droite de l'Arc, en aval d'Aiguebelle; c'est même la localité qu'il décrit tout d'abord (1), qu'il semble considérer comme la plus probante, et il en tire la dénomination de *faille d'Aiguebelle* (2).

Nous croyons que quiconque examinera cette localité, située sur le grand passage de France en Italie, sur le chemin de fer Victor-Emmanuel, aura de la peine à reconnaître, dans le croquis de notre savant confrère, une représentation exacte des faits. Ici, comme à Allevard, M. Ébray n'a tenu aucun compte des *gypses triasiques*, bien connus et exploités, un peu en aval d'Aiguebelle, et qui sont régulièrement intercalés entre les *schistes talqueux* et le *lias*. Il a été trompé sur le sens de la stratification de celui-ci, comme à Allevard, par le feuilletage, le clivage ardoisier. Le croquis ci-dessous indique la disposition exacte des terrains, moins facile, du reste, à étudier dans ses détails qu'à Allevard, à cause de la nappe de *boues glaciaires* et d'une végétation abondante qui en cachent une grande partie.



Aspect géologique des coteaux de la rive droite de l'Arc, en aval d'Aiguebelle, près de la rive gauche.

L Lias plongeant au N. O., avec clivage ardoisier plongeant au S. E. — G Carrière de gypse. — Y Schistes cristallins.

(1) *Bull.*, t. XXIII, p. 174.
(2) *Bull.*, t. XXIV, p. 405.

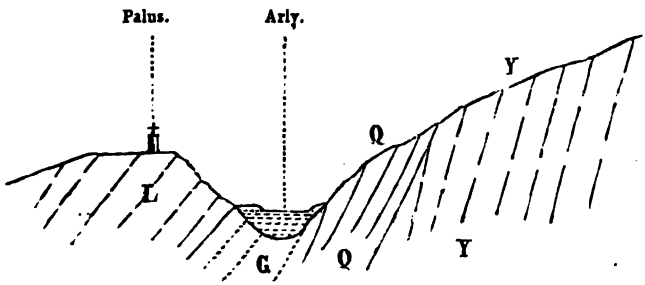
Ainsi, à Aiguebelle comme à Allevard, nous ne voyons aucune trace de *faille*. Continuons à suivre cette direction vers le nord, comme le fait M. Ébray, dans sa dernière note.

« En remontant la vallée de l'Isère, dit notre savant con-« frère, on voit constamment les schistes jurassiques buter « contre les schistes anciens; de cette façon, le *trias* et le « *terrain houiller* disparaissent de la surface et sont rejetés « dans la profondeur, sur la lèvre affaissée..... »

Par le fait, il y a peu de localités où les coupes naturelles fassent plus complétement défaut que dans cette partie de la rive gauche de l'Isère comprise entre le confluent de l'Arc et Albertville. Mais ce que dit M. Ébray est en contradiction avec les affleurements connus du *grès à anthracite* à Bonvillard, du *gypse* triasique, à Grignon, et avec le beau développement de *grès bigarrés* triasiques qui, comme ceux d'Allevard, s'appuient, en discordance, sur les schistes cristallins sur la rive gauche de l'Arly, tout près d'Albertville.

Le croquis suivant représente la coupe de cette étroite vallée de l'Arly, où rien encore ne nous paraît indiquer l'existence d'une faille.

Fig. 4.



Coupe de la vallée de l'Arly, un peu en amont d'Albertville.

L Lias. — G Gypse et cargneule (visibles à Grignon) — Q Grès bigarrés.
Y Schistes cristallins.

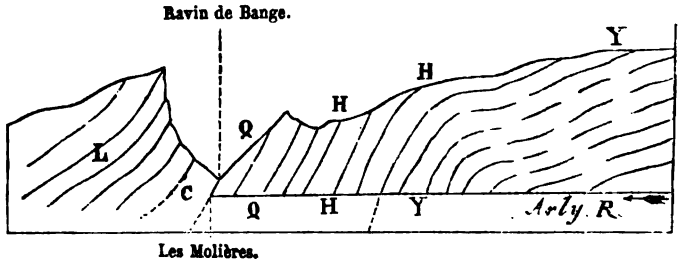
Il en est de même dans les gorges de l'Arly, à l'est d'Ugine, où la coupe est très-nette, mais nullement conforme à l'indication de M. Ébray (1).

Il en est de même plus loin, à Héry, à Flumet, à Mégève,

(1) *Bull.*, t. XXIX, p. 405.

localités bien connues et classiques, où le *lias* repose régulièrement, en couches presque horizontales, sur un *trias* toujours peu développé, souvent rudimentaire ; et celui-ci repose, en

Fig. 5.



Profil de la gorge de l'Arly.

L Lias. — C cargneule. — Q Grès triasiques, blancs ou bigarrés. — H Grès à anthracite. Y Schistes cristallins.

stratification *évidemment discordante*, *sans faille*, sur le grès houiller ou sur les tranches des schistes cristallins (1). Les mêmes conditions de succession régulière, *sans faille*, sont mises en évidence par la carte et les coupes de M. Favre, sur tout le versant N. O. de la chaîne des Aiguilles-Rouges, jusqu'à Lavey, près de Saint-Maurice en Valais (2).

Ainsi, en Savoie comme en Dauphiné, nous ne voyons point les couches jurassiques buter en faille, comme le soutient M. Ébray, contre les schistes anciens de la première chaîne alpine; nous voyons, au contraire, constamment le *lias* redressé sur le flanc de cette chaîne, avec le *trias*, ordinairement très-mince, qui, le plus souvent, le sépare des grès à anthracite et des schistes cristallins, plus anciennement bouleversés et dénudés. Nous ne saurions donc admettre, dans cette chaîne, entre la zone du lias et celle des terrains anciens, l'existence d'une fracture continue, comme M. Ébray paraît l'entendre, sous le nom de *faille occidentale des Alpes dauphinoises*.

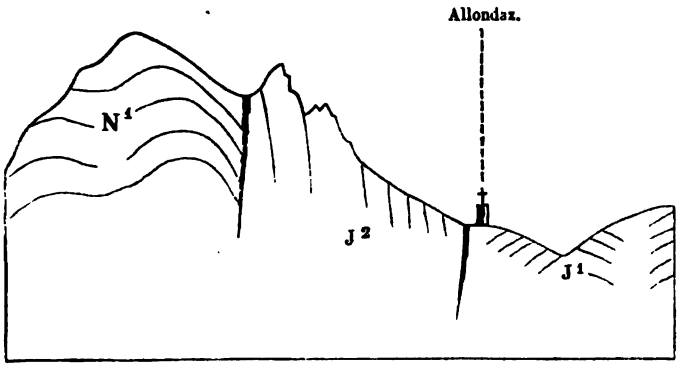
Mais, parallèlement à cette chaîne, un peu plus à l'ouest, j'ai

(1) Alph. Favre, *Mém. sur les terr. liasique et keupérien de la Savoie*, 1859, p. 63, fig. 15.

(2) *Ibid.*, pl. II et III, et texte correspondant.

dit que je croyais pouvoir établir l'existence d'une *faille* (1), qui sépare nettement la *région des chaînes alpines* d'avec celle des *chaînes subalpines* caractérisées par les terrains crétacés et comprenant les massifs de Thônes, des Bauges et de la Chartreuse. Cette faille se reconnaît, un peu au-dessus de la Giettaz, à Soney, près Ugine, à Allondaz et jusqu'à Grésy-sur-Isère, par les conditions anormales dans lesquelles se présente le contact du *lias*, ou du terrain jurassique inférieur de sa lèvre orientale, avec les calcaires oxfordiens de la lèvre occidentale.

Fig. 6.



Coupe au-dessus d'Allondaz.

N¹ Néocomien inférieur, formant la crête de la Belle-Étoile.
J² Oxfordien affaissé irrégulièrement dans la faille.
J¹ Jurassique inférieur et lias.

C'est dans cette faille que sont pincés et bizarrement froissés ces lambeaux de calcaires oxfordiens qui se dressent au-dessus d'Allondaz et au-dessus de Grésy, entre le coteau liasique, à l'est, et la crête néocomienne, à l'ouest.

Le prolongement de cette faille au sud de Grésy coïncide avec la grande vallée de l'Isère, ou vallée du Graisivaudan, jusqu'à Grenoble; tout porte à admettre que c'est par cette dislocation que l'on doit expliquer l'origine de cette vallée, comme aussi la séparation tranchée entre le lias de la rive gauche et les autres étages jurassiques de la rive droite. Suivant cette direction, et non suivant celle qu'indique M. Ébray, il y aurait réellement une *faille* d'une grande importance dans

(1) *Bull.*, t. XXIV, p. 598.

la structure de cette partie des Alpes, que j'appellerai la *faille du Graisivaudan*, et qui, depuis Grenoble jusqu'à la Giettaz, extrémité nord du département de la Savoie, sépare nettement la région des chaînes subalpines, caractérisée par les terrains *crétacés* et les calcaires *oxfordiens* dits de la *Porte-de-France*, d'avec la *région des chaînes alpines*, caractérisée par le *lias* et les terrains plus anciens. C'est encore un exemple de la relation intime qui existe, dans les Alpes, entre la distribution des divers terrains et la position des grandes lignes de dislocation, c'est-à-dire des grandes *failles*, et qui doit faire assigner à celles-ci une origine bien antérieure aux derniers mouvements, pendant la période de la *mollasse*, constituant ce que l'on a appelé particulièrement le *soulèvement des Alpes occidentales*.

Je me vois forcé de contredire encore quelques assertions de M. Ébray sur une autre ligne de *faille* qu'il a indiquée, plus récemment, à travers les Alpes de la Savoie et du Dauphiné. J'en dirai peu de chose, parce qu'elle est appuyée de moins de preuves encore que celle que nous venons de discuter.

Cette *faille*, selon M. Ébray, suivrait de près le versant oriental de la chaîne de Belledonne, en touchant à Petit-Cœur, et irait passer à l'ouest du mont Blanc, dans la vallée de Chamonix (1). Relativement à cette dernière vallée, que M. Ébray ne dit pas avoir étudiée sur place, je dirai que je l'ai revue cette année, et que la disposition des terrains m'a paru conforme aux coupes données par MM. Studer et Favre bien plutôt qu'aux idées émises par M. Sharpe, dont celles de M. Ébray semblent se rapprocher. Jusqu'à preuves précises et positives, je ne vois pas la nécessité d'invoquer l'existence d'une faille dans la vallée de Chamonix. Quant à supposer qu'une faille partant de cette vallée puisse se prolonger de manière à venir passer à Petit-Cœur, je doute que cette idée paraisse admissible à quiconque se donnera la peine de suivre pas à pas les accidents intermédiaires, « trajet presque inaccessible, » comme le dit M. Ébray, mais que nous avons fait, M. Favre et moi. Disons seulement un mot de Petit-Cœur, puisque c'est le seul point sur lequel M. Ébray ait donné quelques détails stratigraphiques et une coupe, pour établir cette

(1) *Bull.*, t. XXIV, p. 177 et 408.

faille, qu'il suppose se prolonger, d'autre part, jusqu'au Bourg-d'Oisans.

J'avais dit (1) qu'il y a à Petit-Cœur une *faille locale*, de sens *inverse* à celui des *grandes failles* de la région, et par laquelle se trouve détaché de la chaîne principale le petit massif de couches enchevêtrées d'une manière anomale, qui a été le sujet de tant de discussions. Je m'étais appuyé sur ce que, depuis Petit-Cœur jusqu'à Naves-Fontaine, sur la rive droite du torrent, on voit les schistes cristallins redressés vers le sud-est, en sens inverse de leur disposition générale dans la cluse de l'Isère, en aval de ce point. Ce fait avait été vu et signalé avant moi par MM. Élie de Beaumont, Sismonda, Fournet, de Mortillet et bien d'autres, et je ne m'explique pas comment M. Ébray ne l'a pas reconnu de même. Selon lui, les schistes anciens seraient constamment inclinés vers l'E. S. E., et recouverts régulièrement, parallèlement et *sans faille*, par les grès du *paquet inférieur*. Mais, en revanche, il y aurait, entre ces grès et la petite assise d'ardoises à Bélemnites, que l'on avait considérée comme reposant régulièrement dessus, une *faille*, qui aurait fait disparaître *au moins* 870 *mètres de couches intermédiaires*. Nous doutons beaucoup que les géologues qui viendront encore visiter cette singulière localité de Petit-Cœur soient disposés à admettre cette faille, supposée par M. Ébray, et dont la supposition n'est amenée que par la difficulté qu'il y aurait, à ses yeux, à concevoir la superposition immédiate du *lias* sur la partie inférieure du terrain houiller.

Tous ceux qui ont étudié le *lias* au contact de cette grande saillie de roches anciennes, depuis le Valais jusqu'en Oisans, savent qu'il peut reposer indifféremment sur les schistes cristallins ou sur le *grès à anthracite*, aussi bien que sur un *trias* toujours peu épais, souvent rudimentaire et nullement comparable à celui des zones plus intérieures de la Tarantaise, à celui de Moûtiers, par exemple, malgré le peu de distance des localités. On pourrait ajouter qu'il n'est pas *certain* que les grès inférieurs de Petit-Cœur soient des grès à anthracite, et qu'ils pourraient, comme certains grès analogues, par exemple ceux des Bains-de-l'Échaillon, près Saint-Jean-de-Maurienne, être inséparables du *lias* (2). Enfin, même en admettant qu'il fallût rétablir, par la pensée, entre ces grès et

(1) *Bull.*, t. XXII, p. 53.
(2) *Bull.*, t. XXIII, p. 486 et 494.

le *lias* inférieur, la faible épaisseur de *trias* qui existe, par exemple, au col de la Bâtie ou au col de la Louze, le phénomène se réduirait à un *écrasement de quelques mètres* (et non de 870 au moins) explicable par un glissement d'importance minime et simplement local. Cette suppression *locale* du trias, donnée comme preuve de la faille, n'existe plus au nord de Naves-Fontaine, ni au sud, dans le vallon de Celliers.

Je ne saurais donc admettre la *faille* de Petit-Cœur telle que la comprend M. Ébray. A plus forte raison, je ne discuterai pas son prolongement supposé, d'un côté jusqu'à Chamonix, même jusqu'à Saxon, et de l'autre jusqu'en Oisans, ce dont notre savant confrère n'a fourni aucune preuve (1).

Je crois en avoir assez dit pour faire comprendre comment, en faisant connaître les grandes failles que nous avons découvertes et qui sont, pour nous, les traits fondamentaux de la structure des Alpes savoisiennes, nous n'avons eu, M. Vallet et moi, et nous n'avons encore, à l'heure qu'il est, rien à emprunter aux recherches de M. Ébray, ni à tenir compte des deux failles signalées par lui, desquelles nous n'admettons point la réalité.

Remarques sur la classification des eaux minérales de la Savoie en rapport avec les failles. — Un des objets principaux de la dernière note publiée par M. Ébray, c'est l'application aux Alpes de l'idée théorique d'une liaison intime entre les sources minérales et les grandes lignes de failles. Notre savant confrère trouve que les sources minérales signalées dans cette région des chaînes alpines comprise entre le Valais et l'Oisans peu-

(1) Quant à l'*anomalie stratigraphique* de Petit-Cœur, j'ai été le premier, je crois, à supposer, pour en rendre compte, une dislocation accompagnée de *glissement*, et j'ai appelé l'attention sur l'application de cette idée à beaucoup d'autres anomalies analogues (*Bull.*, t. XXII, p. 48 à 59.) M. Ébray propose une explication plus simple encore, réduisant le fait à l'*éboulement*, plus ou moins récent, d'un lambeau de terrain houiller, qui aurait glissé dans un ravin creusé au sein du lias. Ce serait, assurément, très-simple ; mais je ne sais si les géologues qui auront étudié les lieux trouveront cette explication admissible et suffisante. Je persiste à croire, pour ma part, que l'enchevêtrement anomal s'est produit anciennement, à la suite de la faille locale de Petit-Cœur et de l'inclinaison des couches à 70° environ, par des dislocations coupant ces couches sous des angles très-aigus et accompagnés de glissements sur des lits de séparation facile. Je me propose de revenir spécialement sur cette manière de concevoir les *intercalations*.

vent être réparties suivant trois lignes, coïncidant, suivant lui, avec autant de grandes *failles*.

Deux de ces alignements ou *filons* d'eaux minérales correspondraient précisément aux deux lignes de failles que nous venons de discuter et dont nous contestons la réalité. Il me paraît inutile d'insister plus longtemps à leur sujet.

Un autre *filon* de sources minérales sortirait de la grande ligne de faille qui détermine l'affleurement de la zone des grès à anthracite, notre troisième zone de la région des chaînes alpines (1). Cette ligne de faille, dont M. Ébray n'avait pas parlé dans ses notes précédentes, est bien, en effet, une de celles dont nous avons établi l'existence et l'importance par de nombreuses coupes, depuis le Monestier-de-Briançon jusqu'en Valais, en passant par les Encombres et le petit Saint-Bernard (faille F', *Bull.* t. XXIII, p. 448 et pl. X). Dans le Briançonnais, on voit, en effet, sortir de cette faille les belles sources thermales et salines du Monestier-de-Briançon, et l'on pourrait même considérer comme une suite de cette grande dislocation une série de failles à peu près alignées, un peu à l'ouest de la Durance, jusqu'au Plan-de-Phazy ou confluent du Guil, où d'autres sources pareilles et non moins belles jaillissent encore d'une faille très-caractérisée (2). Ces sources thermales et salines du Briançonnais s'aligneraient ainsi avec les sources thermales et salines de Brides et de Salins, près Moutiers, celle d'Arbonne et celles du Pré-Saint-Didier (vallée d'Aoste). Mais nous craignons encore de nous trouver en désaccord avec M. Ébray, lorsque nous le voyons rattacher au même *filon*, c'est-à-dire faire sortir de cette même faille, les sources minérales de l'Échaillon (Saint-Jean-de Maurienne), du col de la Seigne et de la Saxe (Courmayeur); elles sont situées, en effet, sur la direction d'une faille toute différente, sur notre faille F (3), dont M. Ébray ne parle pas, bien que ce soit, sans contredit, la plus nette et la plus facile à suivre, sur plus de 40 lieues, depuis le Briançonnais jusqu'en Valais. Les sources thermales et salines de Saxon (Valais) appartiennent aussi à cette faille F; peut-être aussi celles de Louèche, à moins qu'elles ne soient sur un alignement encore plus extérieur par rapport aux chaînes alpines du Valais.

---

(1) *Bull.*, t. XXIII, p. 488.
(2) *Descr. géol. du Dauphiné*, § 269.
(3) *Descr. géol. du Dauphiné*, § 282.

On voit qu'il y aurait beaucoup à éliminer ou à modifier, dans cette classification des eaux minérales de la Savoie, telle que la présente M. Ébray ; des trois failles auxquelles il rapporte ces sources, deux n'existeraient pas, et la troisième serait loin de contenir toutes les sources qui lui sont attribuées.

Cependant, je suis loin de révoquer en doute le principe de la liaison fréquente des sources minérales avec les failles ; ce n'est que par des fractures profondes du sol que l'on peut, en général, se rendre compte de l'origine des sources thermales ou chargées de principes chimiques étrangers aux terrains de la surface. Mais ces fractures, pour être profondes, n'ont pas besoin d'être fort étendues ; et, au lieu de sortir des grandes failles orographiques, les sources minérales sortiront, le plus souvent, de quelqu'une de ces mille petites fractures secondaires, longitudinales ou transversales, qui, dans des montagnes aussi disloquées que les Alpes, sont insignifiantes pour la structure de l'ensemble. Cela est vrai également pour les filons métallifères, quoique leurs affleurements soient, au point de vue géologique, des faits bien plus importants et mieux définis que les points d'apparition des sources minérales.

Mais ce qui me paraît évident et incontestable, c'est la relation qui existe toujours, dans nos Alpes, entre la composition chimique des eaux minérales et la nature des terrains d'où elles sortent ou dont on peut rationnellement admettre qu'elles proviennent. Ainsi, toutes nos sources salines caractérisées par l'abondance des sulfates et du chlorure de sodium, par des quantités appréciables de brômures et d'iodures, paraissent provenir du terrain *triasique*. Les schistes argilo-calcaires du *lias*, imprégnés d'une quantité considérable de sulfure de fer très-divisé, donnent naissance à des sources sulfureuses plus ou moins chaudes, par des réactions qui ont lieu dans la profondeur, ou à des sources froides, chargées d'acide carbonique, de carbonates et de sulfates, par des réactions superficielles faciles à comprendre. Des sources sulfureuses proviennent, de même, des marnes oxfordiennes, ou des marnes néocomiennes, ou d'autres terrains encore, caractérisés par l'abondance du sulfure de fer très-divisé, dans la région des chaînes subalpines : telles sont, en Savoie, celles de Challes, d'Aix, de Marlioz, etc.

---

(1) *Bull.*, t. XXIII, p. 488.

J'ai appliqué ces considérations pour essayer d'expliquer l'origine des sources minérales d'Uriage et d'Allevard, dans une note qui forme un chapitre de l'ouvrage intitulé : *Uriage et ses eaux minérales*, par le Dr Doyon (Paris, V. Masson, 1865).

En un mot, les eaux minérales de nos Alpes seraient des *sources*, qui reçoivent des terrains qu'elles traversent certains sels solubles, ou des produits de réactions chimiques locales, comme elles doivent leur température plus ou moins élevée à ces réactions, et surtout à la profondeur d'où elles jaillissent. Et comme la disposition des terrains est essentiellement déterminée par les grands traits de la structure orographique, par les grandes lignes de failles et par les trouées de roches anciennes, il est tout simple de trouver la distribution des eaux minérales en rapport intime avec ces accidents principaux.

Sur les terrains anciens et les roches cristallines des Alpes occidentales. — J'aurais encore d'autres remarques à présenter sur diverses idées énoncées par M. Ébray, si ces idées étaient appuyées de faits prêtant à la discussion. Adoptant, jusqu'à un certain point, des opinions de M. Sc. Gras, M. Ébray paraît disposé à croire que certains calcaires noirs pourraient bien être carbonifères, et non liasiques, et que l'on doit ranger dans le terrain carbonifère les schistes micacés, chloriteux ou talqueux, confondus communément avec les terrains cristallins, dits primitifs. Pour le premier point, il serait indispensable, ce me semble, qu'il fût appuyé par des fossiles caractéristiques ou par des preuves stratigraphiques très-précises. Quant aux schistes anciens sous-jacents aux grès à anthracite, qu'ils soient simplement *lustrés*, *laminés*, ou qu'ils soient plus ou moins *cristallins*, chloriteux, talqueux, micacés, etc., il est souvent très-difficile de tracer une limite entre eux et les grès anthracifères; mais il serait bien autrement difficile d'en tracer une entre eux et les gneiss les mieux caractérisés. Faudra-t-il pour cela, avec M. Gras, comprendre ces derniers dans la formation anthracifère ?

Je me bornerai à faire remarquer que ces types de schistes chloriteux, micacés, etc., se retrouvent dans tous les massifs anciens des Alpes, sur le versant italien comme sur le versant franco-suisse, tandis que la distribution des grès à anthracite est circonscrite dans des limites géographiques bien connues. L'incertitude des limites au contact, les passages minéralogiques, qui s'observent entre les schistes cristallins et les grès anthracifères s'observent au même degré, sur le versant pié-

montais, entre ces schistes et les grès triasiques; et cela est tout simple, puisque ces grès, les uns comme les autres, sont formés de leurs détritus réagglutinés, laminés et souvent modifiés par une nouvelle cristallisation partielle. En attendant que des données plus précises permettent de mieux déterminer leur âge, il me paraît du moins bien établi que les schistes anciens, plus ou moins cristallins, des Alpes occidentales sont distincts et indépendants de la formation carbonifère, aussi bien qu'ils le sont du *trias*.

M. Ébray fait remarquer que certains schistes carbonifères du Beaujolais prennent souvent un faciès analogue à ces schistes alpins, sous-jacents aux grès à anthracite; et il ajoute que les uns comme les autres sont traversés par des filons de *porphyre granitoïde* ou *de granite syénitique*. Revenant sur ce sujet dans sa dernière note, il me reproche d'avoir confondu, dans la *Carte géologique du Dauphiné*, « les terrains si disparates qui « forment la chaîne centrale, c'est-à-dire les schistes micacés « et les *porphyres éruptifs*. »

Les roches que M. Ébray désigne sous ce nom de *porphyres éruptifs* ou de *porphyres quartzifères* sont tout simplement diverses variétés de granite ou de protogine granitoïde, quelques-unes à grands cristaux de feldspath, offrant ce qu'on appelle l'*aspect porphyroïde*, mais jamais la structure porphyrique.

Ces roches, dans leur ensemble, ne me paraissent pas plus *éruptives* que la protogine du mont Blanc ou celle du massif du Pelvoux ; elles affleurent, par grandes masses, par suite du redressement et de la rupture des schistes cristallins et des gneiss, dont elles forment la base, et auxquels elles sont intimement unies par des passages minéralogiques et des alternances multipliées. Ce n'est que sur des points isolés, d'une étendue très-restreinte, que certaines de ces roches granitoïdes paraissent avoir été réellement poussées, en forme de *filons* ou de *dykes*, à travers les schistes cristallins, comme nous l'avons dit dans la *Description géologique du Dauphiné*, § 72 et 109.

Quant à la *seule* localité où M. Ébray donne quelques détails sur ces roches, celle de la Roche-Cevins, entre Moutiers et Albertville, je ne saurais y voir autre chose qu'une *protogine porphyroïde*, c'est-à-dire contenant de grands cristaux de feldspath orthose, mais *stratifiée*, et même le plus souvent *schisteuse*, passant au *gneiss porphyroïde*. C'est, du reste, sous ce dernier nom

qu'elle a toujours été décrite, et voici ce qu'en dit Brochant, dans son mémoire classique sur la Tarantaise (1) :

« Le *gneiss* ou *schiste micacé porphyroïde*, à cristaux de feld-« spath, se trouve en place, au-dessus de la Roche et auprès de « Cevins, dans une montagne où peu de rochers se montrent à « découvert, ce qui rend assez difficile l'observation de son gise-« ment. Cependant, si l'on considère que *ses couches* sont vertica-« les et dirigées du nord-ouest au sud-ouest, comme toutes les « autres montagnes de la Tarantaise ; que, dans leur voisinage, « on trouve des calcaires et des schistes argileux en bancs verti-« caux, ayant la même direction ; qu'enfin ces *gneiss* ont beau-« coup d'analogie avec les schistes micacés qui alternent avec « le calcaire (2) ; qu'ils n'en diffèrent que par une plus grande « abondance de feldspath, il sera difficile de se refuser à regar-« der cette roche comme faisant partie du même terrain. »

La *protogine* ou *gneiss porphyroïde* de Cevins affleure à la base de la lèvre supérieure d'une *faille* assez importante, qui se prolonge dans la direction de Beaufort, en passant un peu à l'est du col de la Bâtie, et que l'on retrouve, au sud de l'Isère, passant par le col de Basmont, jusque au-dessus d'Argentine. A la lèvre inférieure de cette faille se montrent des lambeaux, diversement disposés, de schistes argilo-calcaires du *lias*, avec Bélemnites, et de schistes ardoisiers non calcaires, associés à des grès à anthracite et à empreintes végétales houillères ; c'est à ce dernier groupe que se rapportent les ardoises de Cevins, et aussi celles du col de Basmont et d'Argentine. De l'autre côté de la faille, qui est décomposée, au nord de Cevins, en plusieurs ressauts successifs, la lèvre supérieure montre assez généralement des *gneiss porphyroïdes* et tous les passages de ces gneiss à la *protogine* massive. Ces roches affleurent aussi dans la vallée de l'Arc, entre Épierre et la Chambre, comme dans la vallée

---

(1) *Journal des Mines*, t. XXIII, 1808 ; sur la liaison intime des *protogines* avec les *schistes feldspathiques*, voir le mém. du même auteur, *Ann. des Mines*, 1re série, t. IV, 1819.

(2) Non loin de là, en effet, aux Champs, commune de N. D. de Briançon, sur la grande route, on trouve un ancien four à chaux, que M. Ébray lui-même nous a signalé et qui s'alimentait avec un calcaire grenu, blanc ou grisâtre, plus ou moins mêlé de quartz et de mica, formant une petite couche subordonnée dans les schistes micacés, comme les calcaires saccharoïdes de diverses localités du Dauphiné (*Descr. géol. du Dauphiné*, § 32, 101, 112, 113.)

de l'Isère, à la Roche-Cevins ; et, dans l'intervalle, on peut en suivre les nombreux blocs éboulés de la haute crête du Bellachat.

A la Roche-Cevins, le plan de la faille était sensiblement vertical, et les terrains, de part et d'autre, plongeant vers l'E. S. E., sous un angle de 70° au moins, on comprend comment l'affleurement de protogine et de gneiss porphyroïde a pu, dans l'ensemble, présenter à M. Ébray l'apparence d'un gros dyke vertical. Mais, dans le haut, les roches sont mieux à découvert, les inclinaisons sont moindres, et cette illusion disparaît. C'est ce qui a lieu aux ardoisières de Cevins, situées à environ 2000 mètres d'altitude, où le lambeau de terrain houiller dont fait partie la couche d'ardoises repose sur un premier gradin de la lèvre supérieure de la faille. Le chemin, taillé en lacets dans un escarpement, montre des alternances multipliées, par couches régulières et peu épaisses, d'un gneiss très-micacé, à petites parties, avec un gneiss porphyroïde, à grands cristaux de feldspath, semblable à la roche que M. Ébray considère comme un *porphyre éruptif*.

Sans doute, il est important d'établir, sur les cartes géologiques, une distinction entre les roches cristallines schisteuses et celles à structure granitoïde ; mais il faut aussi, parmi ces dernières, séparer les granites proprement *éruptifs*, en *filons*, d'avec les roches granitiques plus ou moins nettement *stratifiées*, qui se lient aux gneiss par des passages et par une continuité évidente de formation. Or, c'est dans cette dernière catégorie que se rangent les protogines du mont Blanc, du Pelvoux, et la très-grande majorité des affleurements de roches granitiques des Alpes occidentales. Il convient dès lors de les comprendre sous la même teinte que les roches schisteuses, et de les en distinguer seulement, sans limites tranchées, par des hachures ou un pointillé ; c'est ce qu'ont fait M. Favre, dans le massif du mont Blanc, et MM. Studer et Escher dans la *Carte géologique de la Suisse* (2e édition, 1867).

Quant aux granites massifs réellement éruptifs, nous en avons un exemple célèbre et bien connu dans le *granite de Valorcine ;* mais c'est une roche essentiellement différente de la *protogine* par ses deux variétés de mica, et l'on sait qu'elle passe à la structure porphyrique, et même à l'état d'eurite. Il se peut encore que l'on doive considérer comme un dyke éruptif l'affleurement de granite très-micacé qui perce au milieu des schistes cristallins à Cernix, près Beaufort ; mais son étendue me paraît

avoir été grandement exagérée sur la carte de M. Favre. Ce granite rappelle beaucoup celui qui perce de même au lac Lauvitel, en Oisans (1).

Mais quant aux autres affleurements de roches granitoïdes, dans la chaîne occidentale, en Savoie, (vallée de Pontcellamont, la Roche-Cevins, chaîne du Bellachat, Épierre), comme en Dauphiné ceux du Grand-Charnier, du Glézin, des Sept-Laux, ils me paraissent avoir les mêmes allures que les gneiss et devoir être figurés comme *protogines stratifiées* et non point comme roches *éruptives*.

Note sur les sinuosités des affleurements des failles dans les Alpes; par M. Ch. Lory.

En cherchant à tracer, le plus exactement possible, les affleurements des failles sur les cartes géologiques du Dauphiné et de la Savoie, j'ai, depuis longtemps, constaté un fait qui me paraît général et qui peut intervenir utilement dans la discussion des actions mécaniques qui ont produit le relief des Alpes et d'autres systèmes montagneux.

Comme je l'ai dit précédemment (*Bull.*, t. XXIV, p. 600), toutes nos failles d'une étendue et d'une importance notables sont échelonnées dans le même sens, depuis la lisière extérieure de la région subalpine jusqu'à la faille qui fait surgir la grande zone des grès à anthracite; toutes *regardent la France*, c'est-à-dire ont leur bord occidental affaissé par rapport à leur bord oriental, qui forme la *tête* ou la lèvre supérieure de la faille. Sur la carte, leurs affleurements se dessinent en lignes fortement sinueuses, et non en lignes à peu près droites ou d'une courbure simple et ménagée, comme cela a lieu, en général, pour les failles des pays peu accidentés. Ces sinuosités, considérées du côté de la France, se montrent constamment *convexes* dans les cols et *concaves* dans la traversée des dépressions ou des cluses.

On doit admettre, ce me semble, que ces sinuosités des affleurements proviennent de l'intersection du relief accidenté du sol par la *surface de faille* à peu près plane, ou d'une courbure peu prononcée, en direction, sur une étendue de quelques kilomètres. Il en résulterait alors que la *surface de faille* serait

(1) *Descr. géol. du Dauphiné*, § 109.

constamment plus avancée vers l'ouest dans les points élevés que dans les points bas, c'est-à-dire qu'elle serait *inclinée, plongeant vers l'est, la lèvre supérieure de la faille surplombant sur la lèvre inférieure.*

C'est ainsi, du reste, que nous avons, après M. Élie de Beaumont, expliqué le renversement de la protogine sur le lias, en Oisans (1), et représenté divers cas de renversements ou de superpositions anomales dans la Chartreuse (2), dans le massif des Encombres, au mont Chétif, etc. (3)

Dans les pays où les terrains ont été disloqués seulement par des failles, l'observation, d'accord avec les idées théoriques que l'on peut se faire sur le mécanisme de ces fractures, montre qu'elles sont, le plus souvent, à peu près verticales, ou, si elles sont inclinées, c'est, en général, le *toit* de la faille qui se trouve affaissé qui a glissé sur le *mur*. Cette vieille loi bien connue se trouverait donc habituellement en défaut dans les grandes failles des Alpes, si l'on ne s'expliquait pas cette contradiction apparente par les *refoulements* qui ont eu lieu consécutivement ou postérieurement à ces failles et qui ont dû modifier la position initiale et même la forme des surfaces de fracture. La lèvre inférieure de la faille opposant moins de résistance en haut qu'en bas, et la résistance devenant nulle au-dessus, les terrains de la lèvre supérieure ont dû être facilement poussés en surplomb, surtout dans les parties élevées du sol.

Ce renversement *habituel* de la surface de faille concorde avec les renversements fréquents des terrains de la lèvre inférieure, repliés sur eux-mêmes, comme on le voit dans le massif des Encombres, et avec les renversements aussi fréquents d'une partie de la lèvre supérieure sur les terrains de la lèvre inférieure, comme on en voit des exemples dans les coupes citées ci-dessus. Ce sont autant de faits démontrant la production initiale des grandes failles et les actions ultérieures de *refoulement*, dont les résultats, quelque gigantesques qu'ils puissent être, ont été nécessairement coordonnés à ces fractures primordiales.

Le Secrétaire dépose sur le bureau un mémoire de

---

(1) *Descr. géol. du Dauphiné*, § 126.
(2) *Bull.*, t. XVIII, pl. XV bis.
(3) *Bull.*, t. XXIII, pl. X.

M. Brossard sur l'Algérie. L'auteur en demande l'insertion dans les *Mémoires* de la Société.

Renvoyé au Conseil.

Séance du 6 *janvier* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DE VERNEUIL.

M. Alfred Caillaux, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

HARDOUIN, ingénieur civil des mines, quai de Béthune, 18, à Paris; présenté par MM. de Verneuil et Alfred Caillaux.

SAUVAGE (Émile), boulevard Saint-Michel, 16, à Paris; présenté par MM. P. Gervais et Alb. Gaudry.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des Savants*, décembre 1867; in-4.

De la part du Comité de la Paléontologie française, *Terrain crétacé*, t. VIII. — *Zoophytes*, par M. de Fromentel; *texte*, f. 19 à 21; *atlas*, pl. 73 à 84; Paris, 1867; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. Émile Arnaud :

1° *Catalogue des espèces minérales des environs d'Apt;* in-8, 56 p.; Apt, 1867; chez J. S. Jean.

2° *Étude géologique sur le gisement de soufre des Tapets* (*Vaucluse*); in-8°, 15 p., 1 pl.; Aix, 1867; chez Remondet-Aubin.

De la part de M. Eugène Deslongchamps, *Notes paléontologiques*, 3° et 4° articles, p. 47-94, pl. IX; Caen, 1867; chez Le Blanc-Hardel; Paris, chez F. Savy.

De la part de M. J. Morière, *Note sur quelques Mytilidées fos-*

siles trouvées dans le Calvados; in-4, 4 p., 1 pl.; Caen, 1867; chez Le Blanc-Hardel.

De la part de M. F. J. Pictet, *Mélanges paléontologiques;* 3e livraison. — *Étude monographique des Térébratules du groupe de la* T. diphya; in-4, p. 135-184, pl. 29-35; Bâle et Genève, 1867; chez H. Georg.

De la part de M. Julius Haast, *Report on the headwaters of the river Rakala;* in-f°, 71 p., 10 pl.; Christchurch, 1867.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences; 1867, 2e semestre. — T. LXV, nos 25 à 27; in-4.

Bulletin de la Société botanique de France, t. X, 1863, n° 9. — T. XIV, 1867, D; in-8.

Mémoires d'agriculture, etc., publiés par la Société I. et centrale d'agriculture; année 1865; in-8.

L'Institut, nos 1772 à 1774; 1867, in-4.

Réforme agricole, novembre et décembre 1867; in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, décembre 1867; in-8.

Mémoires de la Société Linnéenne du nord de la France, année 1866; in-8.

Société I. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc., octobre 1867; in-8.

The Athenæum, nos 2095 et 2096, 1867; n° 2097, 1868; in-4.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt, 1867, n° 16; in-8.

Monatsbericht der K. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, août 1867; in-8.

Revista minera, 15 décembre 1867; in-8.

Anales del Museo publico de Buenos-Aires; 4e livraison, 1867; in-f°.

M. E. Danglure a l'honneur d'offrir à la Société, au nom du Comité de la paléontologie française, la 7e livraison (24e de l'ordre adopté par M. Masson) des *Zoophytes crétacés*, par M. de Fromentel.

M. le Président prononce les paroles suivantes :

Je ne puis ouvrir cette séance sans faire allusion au triste

événement qui a marqué la fin de la dernière réunion, et je suis certain d'être l'interprète de vos sentiments en exprimant les regrets que laisse après lui l'éminent collègue que nous venons de perdre.

Nous avons tous encore présente à la pensée cette vive ardeur, je dirai cette fougue, avec laquelle il recherchait la vérité.

C'était pour moi un vieil ami. J'avais voyagé avec lui et j'avais pu apprécier le tact et la justesse de coup d'œil qui lui faisaient reconnaître, sur le terrain, les accidents de stratification les plus compliqués, les plissements, les failles ou les renversements.

Ces qualités le rendaient éminemment propre à la construction des cartes géologiques, et celle du département de la Sarthe, à laquelle il a consacré une partie de sa vie, est un modèle.

M. Triger a réalisé aussi un véritable progrès dans la science par sa classification du terrain crétacé de la Sarthe, qui peut servir de type de comparaison pour d'autres contrées et qui lui a permis de reconnaître la véritable place de la craie de Rouen.

Enfin, son amour du vrai, son esprit de prosélytisme pour la science, ainsi que la bonté et la générosité de son caractère le rendaient sympathique aux jeunes gens, et il eut le don de former des élèves distingués.

Cette mort inopinée, jointe à celles de Viquesnel, de Michelin et de Saemann, jette un voile lugubre sur l'année qui vient de s'écouler, et je serais presque tenté de m'abandonner au découragement, si je ne voyais devant moi cette forte et jeune génération prête à combler les vides qui se font chaque jour parmi les fondateurs ou les anciens membres de cette Société.

M. de Billy rappelle les services rendus à l'industrie par M. Triger et notamment l'application de l'air comprimé au fonçage des puits de mines.

M. Alf. Caillaux est désigné par M. le Président pour écrire une notice nécrologique sur M. Triger.

M. Éd. Collomb, trésorier, rend compte de l'état de la caisse au 31 décembre 1867 :

Il y avait en caisse au 31 décembre 1866	631 fr.	05 c.
La recette du 1er janvier au 31 décembre 1867 a été de.....	18 154	85
Total....	18 785	90
La dépense du 1er janvier au 31 décembre 1867 a été de.....	18 091	25
Il reste en caisse au 31 décembre 1867...	694	65

La Société adopte ensuite successivement les nominations des diverses Commissions, pour l'année 1868, faites par le Conseil dans la séance de ce jour, 6 janvier 1868.

Ces Commissions sont composées de la manière suivante :

1° *Commission de comptabilité*, chargée de vérifier les comptes du Trésorier : MM. Damour, marquis de Roys, Albert Gaudry.

2° *Commission des Archives* : MM. Marcou, Delesse, Alfred Caillaux.

3° *Commission du Bulletin* : MM. Collomb, de Verneuil, Gruner, Alph. Milne-Edwards, d'Archiac.

4° *Commission des Mémoires* : MM. Deshayes, Daubrée, Alb. Gaudry.

Il est ensuite procédé à l'élection du Président pour l'année 1868.

M. Belgrand, ayant obtenu 56 suffrages sur 130 votes, est élu président pour l'année 1868.

La Société nomme ensuite successivement :

Vice-Présidents : MM. de Billy, J. Marcou, Dollfus-Ausset, Alf. Caillaux.

Secrétaire : M. Alb. de Lapparent.

Vice-Secrétaire : M. Alph. Bioche.

Archiviste : M. Danglure.

Membres du Conseil : MM. de Verneuil, Deshayes, Hébert, Delesse, d'Archiac.

Par suite de ces nominations, le Bureau et le Conseil sont composés, pour l'année 1868, de la manière suivante :

Président.

M. Belgrand.

Vice-Présidents.

M. de Billy.
M. J. Marcou.
M. Dollfus-Aussey.
M. Alf. Caillaux.

Secrétaires.

M. N. de Mercey.
M. Alb. de Lapparent.

Vice-Secrétaires.

M. Louis Lartet.
M. Alph. Bioche.

Trésorier.

M. Éd. Collomb.

Archiviste.

M. E. Danglure.

Membres du Conseil.

M. Damour.
M. Gruner.
M. P. Michelot.
M. J. Desnoyers.
M. Alph. Milne Edwards.
M. Éd. Lartet.
M. P. Gervais.
M. de Verneuil.
M. Deshayes.
M. Hébert.
M. Delesse.
M. d'Archiac.

Commissions.

Bulletin : MM. Collomb, de Verneuil, Gruner, Alph. Milne Edwards, d'Archiac.
Mémoires : MM. Deshayes, Daubrée, Alb. Gaudry.
Comptabilité : MM. Damour, m^is de Roys, Alb. Gaudry.
Archives : MM. Marcou, Delesse, Alf. Caillaux.

Séance du 13 *janvier* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DE VERNEUIL, PUIS DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. de Mortillet signale une infraction au règlement qui aurait été commise à la dernière séance; le règlement porte que le Conseil est composé de douze membres, dont quatre doivent être renouvelés chaque année : or, *trois* membres seulement sont sortis à la séance du 7 janvier.

M. d'Archiac expose que, depuis 37 ans, et à la suite de

décisions du Conseil, l'article du règlement a toujours été interprété dans ce sens, que les membres du Conseil sont élus pour trois ans. En conséquence, M. d'Archiac propose à la Société de maintenir cette jurisprudence en votant un ordre du jour motivé sur ce que la pratique constante a été d'appliquer, en cette occasion, l'esprit plutôt que la lettre du règlement.

Après quelques observations de MM. de Mortillet et d'Archiac, l'ordre du jour ainsi motivé est mis aux voix et adopté.

On décide en outre, sur la proposition de M. Marcou, que cette résolution sera formellement énoncée, dans la nouvelle édition du règlement que prépare M. Danglure.

M. de Verneuil, avant de quitter la présidence, remercie la Société du bienveillant concours qu'elle n'a cessé de lui prêter; sur sa proposition, des remerciments sont votés par acclamation à l'ensemble du Bureau et aux Secrétaires.

M. Belgrand, en prenant possession du fauteuil, remercie la Société de l'avoir appelé à l'honneur de succéder, dans la présidence, à M. de Verneuil.

M. le Président expose ensuite que diverses circonstances fâcheuses ont nécessité l'ajournement de la construction d'un hôtel des sociétés savantes et qu'il faut, en attendant, que la Société tire le meilleur parti possible de sa situation actuelle.

MM. de Verneuil et d'Archiac s'associent aux sentiments exprimés par M. le Président; entre autres améliorations immédiatement réalisables, ils signalent l'installation plus complète de la bibliothèque et la reprise des comptes rendus d'ouvrages étrangers, rédigés, pour le *Bulletin*, par l'un des Secrétaires.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

GARNIER (Auguste), inspecteur des forêts, à Digne (Basses-Alpes); présenté par MM. Émile Arnaud et Albert Gaudry.

MAILLY (Louis-Jean-Baptiste), percepteur des contributions directes, à Semur (Côte-d'Or); présenté par MM. Collenot et Bréon.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. A. Daubrée, *Rapport sur les progrès de la géologie expérimentale*, grand in-8°, 142 p.; Paris, 1867; Imprimerie impériale.

De la part de M. Albert Gaudry, *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, in-4°, 19e et dernière livraison; Paris, 1867; chez F. Savy.

De la part de M. Alexis Perrey :

1° *Note sur les tremblements de terre en 1864, avec suppléments pour les années antérieures*, de 1843 à 1863; in-8°, 98 p.

2° *Note sur les tremblements de terre, en 1865, avec suppléments pour les années antérieures*, de 1843 à 1864; in-8°, 125 p.

3° *Documents sur les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques des îles Aléoutiennes, de la péninsule d'Aljaska et de la côte N. O. d'Amérique;* in-8°, 131 p.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences; 1868, 1er semestre, t. LXVI, n° 1,

Bulletin de la Société de géographie, novembre et décembre 1867; in-8°.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XIII, 1866, n° 3.— *Compte rendu des séances;* in-8°.

L'Institut, n° 1775, 1868; in-4°.

Nouvelles météorologiques publiées sous les auspices de la Société météorologique de France, 1er janvier 1868; in-8°.

The Athenæum, n° 2098, 1868; in-4°.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, mai à juillet 1867; in-8°.

Giornale di Scienze naturali ed economiche (de Palerme), 1867, t. III, fasc. I à III; in-8°.

M. Daubrée offre à la Société son ouvrage intitulé : *Rap-*

port sur les progrès de la géologie expérimentale. (V. la *Liste des dons.*)

M. Gaudry fait hommage à la Société de la dernière livraison de son ouvrage sur les animaux fossiles de l'Attique. (V. la *Liste des dons.*)

M. de Verneuil présente la lettre suivante de M. Boué, sur une nouvelle carte géologique de la Styrie :

Vienne, le 14 décembre 1867.

Mon cher Président,

Ignorant si la belle *Carte géologique de la Styrie* en 4 feuilles vous est parvenue, je m'empresse de la porter à la connaissance de la Société. L'association géognostique et minière de la Styrie a dignement couronné son œuvre, et nous promet encore prochainement une explication de cette carte de la main de maître de M. Denis Stur, un slovaque hongrois.

Ce géologue, l'un des plus distingués de l'Institut géologique, réunit aux connaissances de sa vocation celle de la botanique, et a déjà fait ses preuves en fait de généralisations géologiques. Son œuvre sera une véritable histoire, et la première, de tous les dépôts, du moins des Alpes autrichiennes, sur le versant septentrional, plus celle d'une portion des dépôts plutoniques, trachytiques et basaltiques; car la Styrie méridionale fait déjà partie de l'embranchement méridional des Alpes.

Sa carte distingue 76 différentes roches ou dépôts, et indique les directions et inclinaisons générales des masses. Dans le *terrain schisteux cristallin*, il distingue le gneiss, le calcaire grenu, les amphibolites schistoïdes, les schistes micacés talqueux et chloriteux avec des granites, des diorites, des éclogites et des serpentines. Le *silurien*, le *dévonien* et le *carbonifère* (dans le Gailthal) sont divisés chacun en masses schisteuses et étage calcaire. Au-dessus vient l'*agglomérat carbonacé* à plantes des houillères anciennes dans le Stangenalpe, (partie N. O. de la Styrie), l'anthracifère de vos Alpes occidentales. Et puis de nouveau, au-dessus, un système surtout de schistes argiloïdes. Le grès rouge manque, vu l'absence des porphyres rouges et quartzifères du Tyrol, etc., mais le *grès vosgien et bigarré* y est représenté par un grand massif arénacé rougeâtre et en partie schisteux; c'est l'étage nommé en Autriche étage des schistes de Werfen (Salzbourg). J'ai ajouté ici

la dénomination de vosgien, parce que rien ne ressemble plus au facies du grès que le grès bigarré de certaines localités des Alpes allemandes, comme en Tyrol. M. Stur y distingue à côté des schistes de Werfen ceux dits de Radstadt.

Dans le *Muschelkalk*, il lui a été permis d'établir 6 à 9 étages, savoir : dans son véritable muschelkalk un calcaire dit de Radstadt, une rauchwacke ou cargneule, une dolomie et un calcaire dit de Guttenstein, une dolomie et un calcaire de Reifling, puis, dans la masse supérieure, comparée au *Lettenkohle* de la Thuringe, un calcaire hydraulique à Avicules, des schistes de Reingraben, et un grès dit de Lunz. Son *Keuper* est aussi partagé en 5 étages, savoir : la dolomie et le calcaire d'Opponitz, un calcaire triasique et le marbre fossilifère dit de Hallstadt. Son trias compterait donc 14 membres dont les supérieurs répondraient surtout à certaines couches fossilifères de Saint-Cassian.

Entre ce muschelkalk si compliqué et son lias, il place une *formation* dite *rhétique*, composée de masses épaisses de dolomie et de calcaire compacte dits du Dachstein avec les marnes et calcaires gris noirâtres de Koessen par-dessus. Quelques personnes avaient rejeté ces calcaires à Mégalodons dans la base du lias. Pour M. Stur, le *lias* comprendrait le grès et calcaire à houille dits de Gresten, espèce d'équivalent éloigné du grès du lias de l'Europe occidentale et centrale, puis un massif de calcaire coquillier, dit de Hierlatz, et des marnes tachetées. Dans son *Jura* figure un calcaire inférieur, surnommé *Klauskalk* (calcaire des défilés), un calcaire jurassique à *Aptychus*, et un calcaire analogue à celui de Stramberg en Silésie autrichienne. La formation crétacée commencerait pour lui au néocomien à *Aptychus*, et offrirait un calcaire à Hippurites, un agglomérat dit de Gosau et les marnes et grès si riches en fossiles de la même vallée.

L'*éocène* inférieur manquerait ; mais au moins l'*éocène supérieur* serait représenté par des couches schisteuses à Oberburg et à Prassberg avec plantes et poissons fossiles. Tout le reste du terrain tertiaire de Styrie reçoit le nom de *néogène*, qu'il divise en trois étages, savoir : 1° dans l'étage inférieur, les couches schisto-argileuses d'Eibiswald et de Sotzka, riches en empreintes végétales, une argile et marne marine, un sable, grès et cailloux de Gomlitz, des couches d'eau douce à lignites, un calcaire d'eau douce, la marne de Tüffen (lieu de sources thermales), puis, par-dessus le tout, le dépôt dit de Leitha, composé

de cailloux ou d'agglomérat avec le calcaire à *Fucus* calcarifères au-dessus;

2° L'étage moyen, savoir : une autre argile ou *Tegel* analogue par ses fossiles à celle de Hernals près de Vienne, et un grès et calcaire à Cérithes, horizon excellent s'étendant au loin dans l'Europe orientale;

3° Une argile, surtout marneuse, d'eau saumâtre, à Congéries, et des dépôts de cailloux et de sables ossifères (grands animaux éteints).

Dans le sud et le sud-est de la Styrie, M. Stur a trouvé des *trachytes silicifiés*, (son *Hornstein Trachyt*) ainsi que des tufs de cette roche, puis des *trachytes ordinaires*, des *basaltes* et des *tufs basaltiques*. Si ces derniers sont de l'âge de l'argile à Congéries, les trachytes ordinaires lui ont paru de celui de l'argile d'Hernals et des roches à Cérithes, tandis que ses trachytes silicifiés seraient apparus entre l'éocène supérieur et son étage inférieur du néogène, les roches d'Eibiswald et de Sotzka. En effet la liaison de ces dernières roches avec le tertiaire est tout autre que celle des trachytes ordinaires, comme je m'en suis assuré.

Sa *formation alluviale* se divise en diluvium, comprenant le lœss ou argile diluvienne du Rhin, des alluvions anciennes en terrasses et des blocs erratiques de glaciers disparus. Dans son alluvium plus récent, il place les dépôts locaux de tuf calcaire, les tourbes et les alluvions fluviatiles.

Cette carte est munie du détail orographique et d'une bonne partie de la topographie, à l'exception des noms de montagnes; coloriée avec soin, elle répondrait à tous les souhaits, si on avait pu y ajouter des chiffres pour les couleurs, qui, quoiqu'on fasse, passeront en partie avec le temps, et offriront alors des difficultés pour s'orienter. En comparant cette carte avec celle des Alpes allemandes, sans figuré du terrain, bel ouvrage de l'Institut impérial géologique et exposée à Paris, on ne peut s'empêcher de reconnaître que, pour l'étude et l'usage pratique, il faut éviter les cartes de trop grandes étendues de pays, à moins qu'on ne veuille restreindre le nombre de ses sous-divisions. En d'autres mots, c'est une impossibilité pécuniaire de publier sur une grande échelle, la seule convenable pour le géologue, les cartes géologiques de détail avec le dessin du terrain et les indications topographiques principales, y compris les noms des principales montagnes. Il faut donc nécessairement se contenter de ces sortes de cartes pour de petites provinces, et s'efforcer pour un empire, par exemple, de conserver pour

chaque carte provinciale la même échelle, les mêmes divisions géologiques et les mêmes couleurs, autant qu'on le peut du moins.

Une carte géologique de cette espèce se prête alors tout de suite pour la pratique, comme pour la recherche et les établissements des mines, à une conversion en carte industrielle ou agricole.

Est-on historien, archéologue, ethnographe ou militaire, on a sous la main les meilleures indications pour des éclaircissements à ces différents points de vue. Ainsi, par exemple, on trouve non-seulement avec facilité les défilés qui ont arrêté les peuplades émigrantes ou réfugiées, mais encore on aperçoit aisément la place des lieux fortifiés anciennement ou à présent; on rend compte des combats livrés, des limites naturelles ou souvent fixées par les guerres. Sous ce rapport, mon collègue M. Bergmann, archéologue distingué du Vorarlberg, a très-bien senti tout le prix d'une pareille carte pour l'ouvrage qu'il prépare, savoir : la description physique, ethnographique, historique et archéologique du Vorarlberg. Sur le sol d'un petit pays se sont rencontrées plusieurs nationalités bien marquées; les détails orographiques et géologiques avec les noms topographiques donnent l'explication historique de leur mélange.

Je ne sais pas si la Société a connaissance de quelques-uns de mes mémoires à l'Académie de Vienne. Dans l'un d'eux, je me suis efforcé de nouveau de comparer les avantages de la géologie paléontologique avec ceux de la géognosie de position. J'ai montré aisément que, pour certains pays comme les Alpes, la première méthode est bien plus expéditive que la seconde, sans que pour cela je conteste qu'avec beaucoup de patience le géognoste ne fût arrivé aux mêmes résultats, tant par les observations de pétrologie, que par les données de superposition. A cet égard, j'insiste surtout sur ce que les roches composant les différents groupes admis aujourd'hui par suite d'analogies paléontologiques ont, dans chacun d'eux, des natures et surtout des facies minéralogiques différents.

C'est pour cela que toute suite de terrain destinée à l'étude doit présenter, à côté de ses fossiles caractéristiques, ses roches les plus communes. Ainsi, pour me contenter d'un exemple, le facies du muschelkalk du nord de l'Allemagne se retrouve dans des calcaires qui le représentent dans les Alpes, etc. Ce sont ces matières minéralogiques qui, vu le peu qu'on savait alors de la paléontologie secondaire, et surtout de celle des

Alpes, m'ont guidé en partie dans ma notice sur les Alpes allemandes en 1824 (*Annales des Mines*, v. IX, p. 477-520), qui reçut les éloges d'Alexandre Brongniart. A l'exception de mon erreur d'avoir confondu l'éocène avec le grès vert, et l'erreur sur le grès viennois et le zechstein, les grandes divisions actuelles s'y trouvent relatées.

J'ai même eu le plaisir de voir confirmer mes observations si controversées sur la présence de Bélemnites, d'un côté dans le terrain de Gosau (*Mém. Soc. géol.* 1832, p. 232, et *Bull. Soc. géol.*, 1841, vol. XIII, p. 133) et de l'autre dans le dépôt ferrifère glauconieux de l'éocène du Kressenberg en Bavière (*Ann. des mines*, 1824, vol. IX, p. 500).

Ce dernier fait, assez extraordinaire, a été cité par le docteur Gümbel, qui a défini le fossile en question un morceau de Comatule ou de Bélemnite (*N. Jahrb. für Min.*, 1865, p. 1415, et 1866, p. 564-568); mais Geinitz l'a reconnu pour une Bélemnite (Id., 1866, p. 568). Schafhautl a manifesté une opinion semblable (*Sudbayern's Lethœa geognostica*, 1863). Quant à la Bélemnite de Gosau à Grunbach en basse Autriche (*Bull. Soc. géol.*, 1841, vol. XIII, p. 133-135), c'est M. Schloenbach qui vient de la retrouver (*Verh. k. k. geol. Reichsanst.*; 1867, p. 336).

Une autre recherche m'a occupé et m'occupe encore, c'est l'*origine des serpentines*; or, ayant eu le bonheur de voir, je crois, tous les gîtes possibles de cette roche, je pense que je suis compétent dans la matière. Je suis donc forcé de me ranger de l'avis de ceux qui ne veulent pas admettre que toutes les serpentines sans exception dérivent du *lherzolite* ou de l'olivine en roche. Certes je sais fort bien qu'on peut distinguer ou faire ressortir artificiellement des cristaux plus ou moins distincts de péridot dans beaucoup de serpentines; mais je demanderai toujours quel est le gisement de ces serpentines; ce sont probablement celles à beaucoup de diallage associées avec des euphotides et de certains porphyres et felsites, comme en Italie. Dans ce cas ces roches sont en filons, en champignons (Cravignola) en grosses coupoles, souvent alignés comme le basalte sur ce qu'on peut présumer une faille ou fente. Ces roches se trouvent au milieu de formations de différents âges et même d'âge éocène. Elles sont çà et là métallifères, surtout cuprifères, et les roches schisteuses de diverses époques à côté d'elles présentent ce qu'on nomme des altérations, des silicifications, des rubéfactions, etc. Je ne crois pas devoir attribuer ces accidents locaux jaspoïdes à des effets de chaleur, mais bien à des réactions chi-

miques produites par des vapeurs chaudes acidules et à silice. Ces actions ont-elles été en quelque rapport avec la roche serpentineuse? (Localités : Italie centrale, Ligurie, Haute-Albanie). Ensuite je me pose cette question : si l'olivine en roche a été convertie en serpentine, pourquoi existe-t-il de grands dépôts de lherzolite intacte, non pas seulement dans les Pyrénées, dans les basaltes de la vallée du Volant (Ardèche), et à Alten en Tyrol, mais aussi dans la Nouvelle Zélande? On voit passer la lherzolite des Pyrénées à la serpentine, comme on voit passer la diorite à l'ophite (Saint-Pé); mais, si on croit être sûr que cette dernière métamorphose et surtout celle de l'ophite en une roche tendre se continuent, cela ne paraît guère le cas pour la lherzolite. De là naît aussi dans l'esprit cette autre question : la métamorphose de la serpentine n'a-t-elle pas eu lieu sous terre avant son arrivée à la surface? L'olivine en roche est venue d'une profondeur assez grande, témoins les gros fragments de cette roche que contient la coulée basaltique du mont granitique dit mont Coupé, près d'Antraigues. Ces serpentines ont tous les caractères ignés distinctifs des basaltes et trapps, savoir : leur passage en amygdaloïdes, leur association avec des brèches ou queues de débris. Une autre question est celle-ci : peut-on raisonnablement réunir à ces serpentines celles qui sont en *couches* ou *amas allongés* en grand, à la manière de la pierre ollaire, dans les *schistes cristallins*, surtout talqueux? Leur association y est souvent avec les amphibolites, sous forme de diorites très-amphiboliques, comme je les ai vues, il y a 52 ans, et décrites près de Portson, dans l'Écosse septentrionale (*Essai sur l'Écosse*, 1820, pp. 53 à 55). Depuis lors, j'ai vu le Valais, les Alpes allemandes, la Hongrie, la Styrie, la Turquie, l'Erzgebirge, la basse et la haute Albanie. Dans ce dernier pays, la serpentine est un produit évidemment éruptif, en filons ou en coupoles, mais lié aux diorites les mieux caractérisées ; c'est, en un mot, en très-grand ce qu'on voit en petit à Saint-Pé, sur le Gave de Pau, dans les Pyrénées. La serpentine de la haute Albanie n'est pas seulement associée avec des euphotides, mais aussi surtout avec de complètes et superbes roches de diallage, qui prennent, pour ainsi dire, quelquefois la place des serpentines. En Turquie, j'ai retrouvé (à Pristina, à Katschanick) les serpentines des Alpes associées en roches apparentes avec des talschistes ; ces roches sont souvent d'une teinte verdâtre plus claire que les autres. Malgré leurs allures, je ne crois pas qu'on puisse accorder à ces serpentines

une persistance de continuité comme celle des amphibolites. Je crois leur origine liée à l'acte chimico-calorifique-vaporeux (en partie) de métamorphisme général, qui a engendré, au commencement de la croûte terrestre, ou même beaucoup plus tard, le magma des schistes cristallins. La plus grande masse de fer chromé des serpentines serait-elle plutôt liée à ces dernières espèces qu'aux autres (Iles Shetland)?

Enfin, j'ai eu l'occasion d'observer des *serpentines qui dérivent des roches pyroxéniques*, roches en filons ou amas, dans lesquelles le péridot, comme olivine et surtout comme limbilite, se trouve souvent disséminé. Néanmoins il n'y est jamais en telle quantité, qu'on puisse lui attribuer la métamorphose entière d'une diorite ou d'une roche pyroxénique porphyrique. L'île d'Inchkolm, dans le golfe du Firth of Forth, près d'Édimbourg, en est composée. On devrait trouver cette roche dans ma collection écossaise, au Muséum d'histoire naturelle. Le filon de serpentine cité par Lyell dans le grès dévonien du Forfarshire (*Edinb. J. of sc.*, 1825, v. III, p. 112) est de cette nature, et j'ai revu cette roche parmi d'autres filons trappéens de l'Écosse.

Quant aux *petites masses de serpentine noble* et d'autre espèce moins pure dans des calcaires grenus ou demi-cristallins, leur voisinage semble devoir décider de leur dérivation par métamorphose. S'ils sont près d'amphibolites, surtout de grammatites (Glentilt), ce seront, il me semble, plutôt des produits métamorphosés des amphiboles que de l'olivine. Trouve-t-on ce dernier minéral, il est possible que sa décomposition ait produit quelque peu de serpentine. Pour le moment, il semble que ces masses serpentineuses des calcaires des schistes cristallins sont le seul gisement connu de l'*Eozoon canadense* et autres restes organiques.

L'existence de *grenats* pyropes dans quelques serpentines ne s'expliquerait-elle pas par le voisinage de ces derniers à Loblitz, en Saxe, près de Portson, en Écosse, et parce que dans ces lieux il y a des éclogites, des dépôts de leptinites, ou, au moins, des filons de pegmatite très-riche en grenats?

M. Scheerer et d'autres ont établi l'existence de pseudomorphoses d'amphibole, de pyroxène et de péridot en serpentine (*Ann. Phys. Pogg.* 1854, v. XCII, p. 287). Voilà ma thèse gagnée, au moins en petit.

Après quelques observations de MM. d'Archiac et Louis

Lartet sur le mélange des fossiles crétacés avec les fossiles tertiaires, dans certains gisements de l'Allemagne et de la Styrie,

M. Delesse présente le travail suivant de M. Ville :

Études géologiques faites dans la Kabylie, par M. Ludovic Ville (Pl. III). (at back)

Notre collègue M. Péron a inséré dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, pages 627 et suivantes, tome XXIV, année 1867, une note intéressante sur la constitution géologique des montagnes de la grande Kabylie.

Nous avons fait nous-même sur ces terrains des études qui nous paraissent ajouter de nouveaux faits à ceux qui ont été exposés par M. Péron ; c'est ce qui nous a engagé à présenter notre travail à nos collègues de la Société géologique de France.

Le terrain que nous avons exploré est compris entre les limites suivantes (Pl. III) : au nord, la chaîne du Djebel Taourga, qui sépare les plaines du Sebaou de la mer ; à l'ouest, le méridien passant par l'embouchure de l'Oued Isser ; au sud, la chaîne du Djurjura ; à l'est, le cours de l'Oued Ameraoua (haut Sebaou).

Ce territoire comprend une étendue superficielle de 40 kilomètres de long sur 30 kilomètres de large ; il comprend les cercles de Tiziouzou, Dra-el-Mizan et la Kabylie proprement dite.

Nous avons observé dans le cours de nos explorations :

Des terrains cristallins, gneiss et micaschistes, associés à des calcaires saccharoïdes ;
id. crétacés.
id. nummulitiques ;
id. tertiaires moyens (miocènes) ;
id. d'alluvions ;
id. ignés, granite, diorites, basaltes, pétrosilex.

Nous allons les décrire, autant que possible, dans l'ordre de leur énumération, et en marchant de l'ouest à l'est, et du sud au nord.

Terrains cristallins. — Les terrains cristallins (gneiss, micaschistes et calcaires) seront décrits en même temps que le

granite, qui les traverse en tous sens, sous forme de veines irrégulières, de gros filons et de grands amas; ils forment trois massifs isolés les uns des autres : le 1er s'étend de l'Oued Djema, affluent de la rive droite de l'Isser, au caravansérail d'Azib-Zamoun. Le 2e est situé auprès de Tiziouzou, du côté nord. Le 3e, qui est le plus important, comprend la Kabylie proprement dite.

Ilot de roches cristallines d'Azib-Zamoun. — Le 1er îlot a 16 kilomètres de long, de l'O. S. O. à l'E. N. E., sur deux kilomètres de largeur moyenne; il est entouré de tous côtés par les marnes du terrain tertiaire moyen et traversé de part en part par des ravins qui descendent du massif granitique des Flissas, pour aller se jeter dans l'Oued Isser. Sa crête s'élève à 327 mètres au-dessus du niveau de la mer, et elle s'abaisse de part et d'autre jusqu'au niveau des marnes tertiaires, qui recouvrent le pied de l'îlot.

La chaîne se compose principalement de granite à petits grains et à mica noir verdâtre. Cette roche a été exploitée en carrière auprès du caravansérail d'Azib-Zamoun, pour la construction de ce poste. Le granite sert aujourd'hui à l'empierrement de la route carrossable; il n'a pas une grande dureté; il est découpé par de nombreuses fissures, qui permettent de le débiter facilement en moellons et qui empêchent, par suite, d'y tailler de grandes pierres d'appareil.

A l'extrémité occidentale du massif, le granite est remplacé par une roche de nature trachytique, identique d'aspect avec celle qu'on trouve à la redoute de Kara-Mustapha, non loin du Fondouk; ceci indique que l'éruption granitique est d'un âge assez récent. On trouve en plusieurs points cette association de granite et des roches trappéennes (dans la Kabylie proprement dite et au cap Matifou, près d'Alger).

Ilot de roches cristallines de Boukhalfa, aux environs de Tiziouzou. — L'îlot de roches cristallines de Boukhalfa, au nord de Tiziouzou, s'étend de l'O. S. O. à l'E. N. E. sur 12 kilomètres de long et 3 kilomètres de largeur moyenne. Il est coupé en travers par le cours de l'Oued Sebaou; sa crête s'élève à 809 mètres au-dessus du niveau de la mer; il est entouré de tous côtés par le terrain tertiaire moyen, dont les couches sont fortement redressées contre lui. Il est essentiellement formé de schiste satiné bleuâtre ou gris foncé et de micaschiste verdâtre, avec lentilles irrégulières de quartz blanc. On y trouve intercalées des couches de calcaire saccharoïde et micacé,

d'un blanc grisâtre, exploitées pour pierre à chaux sur les deux rives de l'Oued Sebaou. Ces couches présentent beaucoup de fissures naturelles, les unes parallèles à la stratification et les autres très-irrégulières ; elles ont une épaisseur totale d'environ 30 mètres, à l'entrée des gorges de l'Oued Sebaou ; elles sont dirigées N. 63° E.^{m}, et plongent au S. 27° E.^{m} de 45°, en sens inverse du cours de l'eau.

Rognons isolés de galène argentifère au milieu des calcaires de l'Oued Sebaou. — Dans l'exploitation qui se fait sur la rive gauche, on a trouvé au milieu des calcaires quelques rognons isolés de galène, renfermant 444 grammes d'argent pour 100 kilog. de plomb. Malheureusement ces rognons n'ont présenté aucune suite.

Ces calcaires pourraient être exploités comme marbre. Leurs couches s'infléchissent sur la cime de la montagne, de manière à présenter une pente inférieure à 45°. Les blocs qui ont roulé du haut de la crête alimentent un four à chaux.

Plus loin, les flancs de la vallée sont entaillés dans des amas considérables de granite à éléments blancs.

Le cours de l'Oued Sebaou est très-uni dans toute l'étendue des gorges ; c'est une route très-fréquentée par les Arabes en temps ordinaire, et il serait facile d'y tracer une route carrossable.

Outre les amas granitiques dont nous venons de parler, on trouve encore des filons plus ou moins irréguliers de granite, formant des pics aigus et saillants au-dessus de la masse schisteuse. Ce granite se compose de feldspath blanc laiteux, de quartz vitreux ou laiteux, presque toujours blanc, quelquefois améthyste, et de mica blanc argentin en gros paquets hexagonaux de 2 centimètres de diamètre.

Massif de roches cristallines de la Kabylie proprement dite. — Le massif de roches cristallines de la Kabylie proprement dite s'étend de l'ouest à l'est, sur une longueur de 54 kilomètres, et, du nord au sud, sur une longueur moyenne de 16 kilomètres.

Il se compose essentiellement de gneiss et de micaschiste avec quelques couches intercalées de calcaire saccharoïde blanc, et il est traversé par des veines irrégulières, des filons et des amas de granite. C'est un pâté montagneux présentant d'affreuses et profondes déchirures, qui affectent des directions très-variées ; cependant les principales marchent du S. S. E. au N. N. O. et le coupent dans toute sa largeur ; ce sont l'Oued Boukhdoura et l'Oued Aïssi.

Les points culminants se trouvent aux extrémités ouest et est du massif. A l'ouest, on remarque, chez les Flissas, une ligne de faîte qui marche de l'O. S. O. à l'E. N. E., et qui s'élève jusqu'à 892 mètres au-dessus du niveau de la mer. La même direction se trouve dans les crêtes plus basses qui aboutissent à la rive gauche de l'Oued Boukhdoura.

Au centre, chez les Maatka, il y a une ligne de faîte qui marche du N. N. O. au S. S. E, et s'élève à la cote 698 mètres.

La même direction N. N. O. S. S. E. se montre sur les principales chaînes de la partie orientale de la Kabylie, et c'est de ce côté que se trouvent les crêtes les plus élevées. La hauteur augmente en marchant du nord au sud.

Ainsi l'on trouve : 1,005 mètres, à Haddaden, chez les Beni-Raten; — 1,078 mètres, à Aboudide, chez les Beni-Raten; — 1,271 mètres, au Sebt des Beni-Yahia; — 1,420 mètres, chez les Beni-Thouragh.

Ces altitudes considérables montrent que le climat de la Kabylie doit être froid en hiver et tempéré en été ; elles sont moindres, du reste, que celles de la crête du Djurjura, qui limite la Kabylie au sud, et dont les altitudes varient de 1,730 mètres (col de Chellata) à 2,517 mètres (pic de Lalla Khedidja).

Au sud et à l'ouest du massif montagneux de la Kabylie, se trouve une vaste dépression occupée par la plaine ondulée de Dra-el-Mizan et la vallée de l'Oued Djema et dans laquelle on observe le terrain nummulitique et le terrain tertiaire moyen.

Au nord de la Kabylie s'étale la plaine ondulée de l'Oued Sebaou, couverte en grande partie par le terrain tertiaire moyen ; à son extrémité S. E., le massif cristallin de la Kabylie se rattache au massif nummulitique du Djurjura par la petite croupe des Beni-Youcef, qui sépare les eaux de l'Oued Aïssi des eaux de l'Oued Ameraoua. On voit donc que, géologiquement et géographiquement, le massif cristallisé de la Kabylie forme un terrain à part, bien différent de ceux qui l'entourent.

Au point de vue minéralogique, la Kabylie s'est montrée jusqu'à ce jour assez pauvre; contrairement à nos prévisions, nous n'avons trouvé que des indices insignifiants de plomb, de cuivre et de fer.

Les Kabyles, qui travaillent le fer et l'acier et fabriquent de la fausse monnaie, achètent les matières premières sur nos marchés. Il est probable que, s'ils avaient des gîtes métallifères

sur leur territoire, ils auraient mieux aimé les traiter sur place, car ils sont fort industrieux.

Voici quelques détails sur la constitution minéralogique de la Kabylie.

Chaîne de roches cristallines des Flissas. — La chaux qui a servi à bâtir le caravansérail d'Azib-Zamoun a été fabriquée avec du marbre blanc, qu'on trouve à 3 kilomètres S. E. du caravansérail, au pied de la chaîne granitique des Flissas.

Le calcaire est en couches dirigées N. 80° E.^{m} et plongeant au N. 10° O.^{m} de 80°. Il renferme du mica blanc argentin et du mica vert, du fer micacé, de la pyrite de fer en très-petits cristaux noirs à l'extérieur et d'un vert métallique à l'intérieur.

Cette assise calcaire a une puissance totale d'environ 100 mètres comptés perpendiculairement à la direction des couches; elle s'étend en longueur sur plus d'un kilomètre et pourrait être exploitée à ciel ouvert comme marbre, si l'on avait des débouchés pour les produits de cette exploitation. Elle est coupée par plusieurs ravins, dans le lit desquels on remarque des blocs de granite roulés de la cime de la montagne. Ces blocs, qui ont parfois un volume de plusieurs mètres cubes, sont très-durs, sans fissures, et pourraient être utilisés comme pierre monumentale, à cause de la beauté des cristaux de feldspath qu'ils renferment. Leur abondance dans le lit des ravins montre que les cimes principales des Flissas sont formées de granite, hypothèse qui paraît confirmée par les contours irréguliers des lignes de faîte. Entre le granite en place qui constitue le centre de la chaîne et le calcaire cristallin qu'on trouve au pied, on remarque une roche très-friable, s'égrenant sous la pression des doigts, et formée d'une sorte de micaschiste désagrégé.

Le marbre et le micaschiste appartiennent sans doute à la même période géologique : ce sont des terrains stratifiés dont la texture a été modifiée par l'apparition au jour du granite.

Comme nous n'avons pas trouvé de fossiles dans ce terrain métamorphique, en aucun point de la Kabylie, nous ne pouvons rien dire de son âge géologique. On sait seulement qu'il est antérieur aux terrains nummulitique et tertiaire moyen, qui le recouvrent en stratification discordante.

Barrage naturel produit par des assises de calcaire cristallin dans un ravin des Flissas. — Le point où l'on a exploité le marbre comme pierre à chaux est situé sur la rive droite d'un ravin qui présente un phénomène géologique très-intéressant. Le ravin est

complétement barré par les couches calcaires, qui se continuent sans interruption d'un bord à l'autre en faisant une espèce de mur naturel de 20 mètres environ de hauteur sur 50 à 60 mètres d'épaisseur; à la partie inférieure de ce barrage se trouve, au milieu du calcaire, une galerie naturelle de 2 mètres de hauteur sur 3 à 4 mètres de large, qui donne un écoulement aux eaux de la vallée. Le sol de cette galerie est encombré de gros blocs granitiques qui ont été entraînés par les eaux et qui indiquent que la galerie avait, à l'origine, une hauteur supérieure à 2 mètres. Si l'on obstruait l'entrée de la galerie, on produirait en arrière un réservoir d'eau qui aurait 20 mètres de profondeur et dont le trop-plein s'écoulerait alors par-dessus le barrage naturel dont il vient d'être question. Il paraît probable que la crête de ce barrage formait jadis le seuil de la vallée, à son débouché dans la plaine. Voici comment on peut supposer que le barrage s'est produit naturellement: les couches de marnes plongent au nord presque verticalement; elles reposent, en amont, sur du micaschiste très-friable, qui donne aux eaux d'infiltration un passage très-facile; le micaschiste qui existait autrefois sous le barrage devait donc se laisser pénétrer par les eaux d'infiltration. Ces eaux, en arrivant sur le front du barrage calcaire, rencontraient sans doute une fissure naturelle qui existait dans la direction de la galerie actuelle, et s'échappaient au dehors par cette fissure. Les eaux d'infiltration ont la propriété de dissoudre le carbonate de chaux. Cette dissolution se fait parfois sur une très-grande échelle, ainsi que le démontrent les grands dépôts de travertin si nombreux en Algérie. La fente existant dans le marbre a donc pu s'agrandir à la suite des siècles, par un phénomène de dissolution chimique; et, lorsque la section est devenue assez grande, les eaux de pluie y ont entraîné du micaschiste désagrégé.

On comprend dès lors que le lit de la vallée, en amont du barrage, ait pu se creuser jusqu'au niveau de cette fente d'écoulement dont les dimensions s'agrandissent continuellement, et par la solubilité de la roche encaissante, et par le frottement des débris entraînés du dehors; cette fente s'est ainsi transformée, à la suite des siècles, en une galerie de 4 mètres de large, dont le sol est encombré aujourd'hui par de nombreux blocs de granite roulés du haut de la montagne.

Nous avons trouvé dans le ravin, en amont du barrage, un bloc roulé de couleur noire ayant 0^m 40 de long sur 0^m 20 de

large; l'intérieur de ce bloc était d'un rose pâle; la partie rose est un silicate de manganèse ayant à peu près la même composition et la même densité que le silicate rose d'Alger analysé par M. Ebelmen. Il a pour formule 2 S *i* O^3, 3 (M *n* O, M *g* O, C *a* O, F *e* O). Il se présente en masse compacte, subcristalline. La partie noire qui l'entoure a pour densité 3,201; elle s'attaque facilement par les acides, en dégageant du chlore; une partie reste insoluble et colorée en rose.

Le même phénomène a lieu pour le silicate rose d'Alger; il est entouré d'une partie noire qui a pour densité 3,920. La partie noire présente les compositions suivantes pour les minerais d'Azib-Zamoun et d'Alger:

DÉSIGNATION DES SUBSTANCES.	PARTIE NOIRE QUI ENTOURE LE silicate d'Azib-Zamoun	PARTIE NOIRE QUI ENTOURE LE silicate de la Bouzareah
Eau	0.140	0.1014
Oxygène en excès		8 0894
Protoxyde de manganèse	0.335	0.4300
Chaux	0.019	0.0132
Magnésie	0.037	»
Peroxyde de fer	0.033	0.0660
Résidu insoluble. Silice gélatineuse	»	0.0240
Résidu insoluble. Silicate rose	0.440	0.2720
TOTAL	1.004	0.9960
Auteurs	VATONNE.	EBELMEN.

La partie noire d'Azib-Zamoun diffère de la partie noire de la Bouzareah en ce qu'elle renferme une bien plus grande quantité de silicate rose non décomposé.

Dans la décomposition du silicate rose d'Azib-Zamoun, la silice combinée a été à peu près complétement enlevée, car les 0,44 de silicate rose non décomposé contiennent 50 pour 100 de silice gélatineuse. La magnésie a été enlevée en grande partie; le fer et le manganèse sont restés à l'état de peroxydes hydratés.

Le ravin barré des Flissas va se jeter, à peu de distance de là, dans l'Oued Schendel, qui roule assez d'eau pour faire marcher un moulin arabe.

A l'extrémité N. E. de la chaîne des Flissas, auprès de la rive gauche de l'Oued Boukhdoura, le granite peut être observé

en place. Il forme un massif à contours arrondis sans stratification apparente. Il renferme du quartz blanc laiteux, amorphe, du feldspath blanc et du mica blanc argentin; ce dernier se présente en paquets aplatis de 0m,010 d'épaisseur; le granite supporte des couches de grès tertiaire bleuâtre, micacé, plongeant au S. 60° E.m de 25°.

Le calcaire saccharoïde s'observe de nouveau au pied du revers nord du massif kabylien, dans le ravin de Bouhinoun, à 4 kilom. sud de Tizi-ouzou. Il est exploité comme pierre à chaux pour les besoins de ce poste. Il se présente en couches verticales dirigées N. 95° E.m et enclavées dans du micaschiste; tantôt il est blanc ou bleu clair, et donne par la cuisson de la chaux blanche; tantôt il est jaune et donne de la chaux violette. Une troisième variété de calcaire est colorée en noir, sans doute par du manganèse, et donne de la chaux de la même couleur; dans tous les cas, la chaux est grasse et de bonne qualité. Un échantillon de calcaire blanc a présenté la composition suivante :

Résidu insoluble dans les acides.	Carbonate de chaux.	Carbonate de magnésie.	Phosphate terreux.	Eau, matières organiques, perte.	Total :
0.0320	0.9030	0.0620	Traces.	0.0030	1.0000

Auteur : Simon, garde-mines.

Le ravin de Bouhinoun roule environ 10 litres d'eau par seconde. Cette eau, qui est de bonne qualité, fait marcher un moulin arabe à turbine.

Nous avons coupé le pays des Maatka en nous rendant de Tizi-ouzou à Dra-el-Mizan. A partir du village de Betrouna, l'on marche presque constamment sur du gneiss à mica verdâtre, au milieu duquel apparaissent quelques pointements de granite à larges paillettes de mica blanc. A 500 mètres nord du Souk-el-Khamis (673 mètres), le sentier coupe une veine d'hydroxyde de fer qui affleure sur 4 mètres de long et 0m30 d'épaisseur dans du micaschiste d'un gris clair. Le granite des environs du fort Napoléon a été exploité comme pierre de taille et moellon pour la construction du fort.

La chaux est fournie par des couches de calcaire saccharoïde

enclavées dans le micaschiste, à peu de distance du fort, dans le ravin qui coule au pied de ce dernier vers le nord. Ce calcaire renferme des cristaux de pyrite de fer gros comme une tête d'épingle et de petites lamelles de mica blanc verdâtre; on y observe des espèces de lits indiqués par une substance métallique bleuâtre, qui est probablement du fer oligiste micacé. A mesure qu'on approche du cœur de la masse calcaire, celle-ci devient plus blanche, plus homogène, et forme un marbre blanc à facettes de 1 à 3 millimètres de diamètre; elle pourra fournir de belles pierres de taille pour le fort.

La direction générale de la masse est orientée N. 100° E.[m] avec un prolongement au S.[m] Le marbre du fort Napoléon est remarquable en ce qu'il répand une odeur fétide quand on le casse, alors même qu'il est blanc. Un échantillon de cette couleur a présenté la composition suivante :

Résidu argileux insoluble dans les acides.	Carbonate de chaux.	Carbonate de magnésie.	Phosphate terreux.	Eau, matières organiques, perte.	TOTAL :
0.0420	0.9300	0.0242	Traces.	0.0038	1.0000

Auteur : SIMON, garde-mines.

Il donne, par la cuisson, de la chaux grasse de bonne qualité; il diffère du calcaire cristallin de Bouhinoun, auprès de Tiziouzou, en ce qu'il renferme un peu moins de carbonate de magnésie.

Beni Jenni. — Les Beni Jenni occupent, entre l'Oued Djema, à l'est, et l'Oued Aïssi à l'ouest, un éperon d'un accès excessivement difficile.

Les crêtes de roches cristallines s'abaissent, à partir des Beni Jenni jusqu'au pied du massif calcaire du Djurjura; et, comme l'origine des vallées se relève, les ravins deviennent moins encaissés à mesure qu'on se rapproche du Djurjura, et le pays est d'un abord relativement plus facile.

Sur le revers S. O. de la montagne des Beni Jenni, à proximité de leur quatrième village (Taourirt-el-Hadjadj), le sol se compose généralement d'une couche plus ou moins épaisse de terre végétale de couleur fauve, venant de la décomposition du micaschiste et du gneiss, qui parfois donnent lieu à des poin-

tements de roches plus dures. Sous le village, on remarque un escarpement formé par une roche verdâtre tachée de blanc, friable et paraissant de nature éruptive; elle interrompt brusquement les assises de micaschiste gris noirâtre, et des suintements se montrent le long de la zone de séparation de ces roches. A proximité, l'on trouve un gîte de minerai de fer qui occupe une superficie de 100 mètres de long sur 50 mètres de large.

Gîte d'hydroxyde de fer des Beni-Jenni. — L'hydroxyde de fer sert de gangue à une brèche formée de débris de micaschiste, et parfois il constitue un véritable minerai assez riche et à tissu caverneux. Il paraît être un dépôt de source ferrugineuse qui se serait répandue à la surface du sol. Voici l'analyse de quatre échantillons de choix :

NOMS DES SUBSTANCES.	1	2	3	4
	gr.	gr.	gr.	gr.
Peroxyde de fer.	0.7800	0.7350	0.8080	0.6060
Carbonate de fer.	»	0.0072	0.0072	0.0029
— de chaux.	0.0090	0.0060	0.0140	0.0130
— de magnésie. . . .	0.0118	0.0074	0.0059	0.0151
Argile.	0.0620	0.0810	0.0320	0.2060
Eau.	0.1352	0.1630	0.1311	0.1534
Perte.	0.0050	0.0004	0.0018	0.0016
TOTAUX.	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Fer métallique. . . .	0.546	0.517	0.569	0.426
Auteur. . . .	DE MARIGNY.			

L'échantillon n° 3 contient probablement une petite quantité de peroxyde de fer anhydre. Les autres échantillons ne contiennent que de l'hydrate de fer.

Micaschiste graphitique de Taourirt-el-Hadjadj.—A 200 mètres plus loin, le micaschiste prend une couleur noire très-prononcée, qu'il conserve suivant une bande de 100 mètres de large et une hauteur d'environ 300 de haut en bas de la montagne. Il doit cette couleur à une certaine proportion de graphite qui varie de 2 à 2, 20 p. 100. C'est une ressemblance de plus entre les roches cristallines de la Kabylie et celles de la Bouzareah, aux environs d'Alger.

Une route muletière tracée par l'armée française descend des

villages des Beni Jenni dans la vallée de l'Oued Aïssi, en serpentant sur le flanc occidental de la croupe des Beni Jenni; elle recoupe sur une étendue d'environ 200 mètres une série de couches régulières de gneiss, dirigées N. 133° E.^{m}, et plongeant au S. 45° O.^{m} de 45°; la roche est très-dure; elle se compose de quartz vitreux blanc, de feldspath blanc laiteux, et de mica en très-petites paillettes, tantôt blanc argentin et tantôt noir. On y voit quelques faisceaux de tourmaline noire. Le quartz et le feldspath sont cristallisés confusément. Le gneiss est coupé par des veines de quartz blanc hyalin de 0^{m},02 à 0^{m},20 d'épaisseur, sur 3 à 4 mètres de longueur, qui ne sont pas parallèles à la stratification des couches; en certains points, il se décompose facilement sous l'action des agents atmosphériques et se colore en rouge par de l'oxyde de fer.

Beni Menguillet. — La croupe montagneuse des Beni Menguillet est située à l'est de celle des Beni Jenni; elle en est séparée par le cours de l'Oued Djema. Sur la rive gauche de cette rivière, nous avons observé successivement les allures suivantes dans les couches du micaschiste :

1° D. N. 47° E.^{m}, plong. S. 43° E.^{m} de 45°;

2° D. N. 115° E.^{m}, plong. S. 25° O.^{m} de 35°.

Chez les Beni Menguillet, on retrouve du micaschiste bleuâtre ou gris jaunâtre. Le pays offre, dans ses accidents généraux, le même aspect que ceux que nous avons déjà décrits.

Galène auprès du village de Taourirt-el-Kelba. — Nous avons découvert un petit affleurement de galène à 15 ou 20 mètres en contre-bas du village de Taourirt-el-Kelba, dans un chemin creux qui aboutit à l'extrémité S. O. du village, et à 200 mètres de distance de cette extrémité. L'affleurement se compose d'une veine de quartz blanc de 3 mètres de long sur 0^{m},30 d'épaisseur maximum, étranglée aux deux bouts et présentant des nodules isolés de galène à petites facettes, avec des mouches de blende et de pyrite de cuivre et de fer. Il est enclavé dans des schistes micacés bleuâtres. Nous avons fait déblayer la tête du gîte sur 6 mètres de long; nous n'avons retiré de la fouille que quelques nodules de galène de 4 à 5 centimètres de long sur 1 à 2 centimètres d'épaisseur. La veine métallifère est très-pauvre et semblable à ces nombreuses petites veines de quartz qui courent capricieusement au milieu des micaschistes.

Filon de fer oxydulé et sulfate de baryte auprès de la Djema-Sidi-Saïd.—Auprès de la mosquée de Sidi-Saïd, nous avons observé un gîte de fer oxydulé en petits grains noirâtres, gros comme

une tête d'épingle, disséminés dans une gangue de sulfate de baryte blanc; ce gîte forme une série de lentilles enclavées dans le micaschiste, parallèlement à la stratification de ce dernier. Elles sont dirigées N. 75° E.^{m}, et plongent au S. 15^{cm} de 80°; leur épaisseur varie de 0^{m},60 à 0^{m},90. Leur longueur s'élève dans l'une d'elles à 15 mètres; elles forment, à la surface du sol, une série de petites crêtes de 1 à 2 mètres de haut. Le fer oxydulé est beaucoup moins abondant que le sulfate de baryte; le minerai se présente comme une roche blanche piquetée de noir; il est trop pauvre et de trop mauvaise qualité, par suite de la présence du sulfate de baryte, pour être l'objet d'une exploitation quelconque.

Les indices métallifères que nous venons de signaler montrent qu'un explorateur plus heureux que nous découvrira peut-être un jour en Kabylie des gîtes métallifères de quelque importance.

La croupe des Beni Menguillet fait suite à celle des Beni Raten. Depuis la conquête, une belle route muletière suivant la ligne de crête a relié les principaux villages de ces tribus; elle a coupé de nombreux îlots de granite à petits grains qui surgissent à travers le micaschiste; ce granite est sillonné par de petites veines ferrugineuses qui lui donnent un aspect réticulé.

Beni Yahia. — La croupe des Beni Yahia est formée de micaschiste, comme les autres. Le point le plus remarquable est le mamelon de Souk-el-Sept, dont le sommet s'élève à la cote d'environ 1,300 mètres et forme un excellent observatoire géologique d'où l'œil peut suivre les limites extrêmes des terrains cristallins de la partie orientale de la Kabylie. Un marché très-fréquenté par les Kabyles se tient sur le Sept des Beni Yahia. Alentour, le terrain est complétement dénudé et très-pauvre en eau; il est formé de micaschiste bleuâtre, avec grosses et courtes lentilles de quartz blanc vitreux.

Beni-bou-Youcef. — Chez les Beni-bou-Youcef, le micaschiste présente des taches noires qui paraissent dues à de l'oxyde noir de manganèse.

Beni Thouragh. — La crête des Beni Thouragh est également formée de micaschiste; elle s'élève à la cote de 1,426 mètres. Elle est tout à fait dénudée et très-pauvre; l'on y trouve les ruines de l'ancien village de Tamesguida.

Calcaire saccharoïde sur les bords de l'Oued-Takelsi. — Près des bords de l'Oued-Takelsi, le micaschiste est remplacé par du

gneiss où tous les éléments sont blancs. On y trouve des lentilles de calcaire saccharoïde grisâtre, contenant des enduits de mica noir verdâtre et coupé par de petites veines de carbonate de chaux blanc cristallin ; cette roche est identique avec celle qu'on emploie pour les constructions des jetées d'Alger et qui vient des terrains cristallins de la Bouzareah.

Illilten. — Sur la rive droite de l'Oued Takelsi s'élève le contre-fort des Illilten, dont la crête supérieure monte à peu près à la cote de Tamesguida (1,426 mètres). Ce contre-fort se relie directement au massif du Djurjura par son extrémité méridionale.

Le pays des Illilten est essentiellement formé de micaschiste bleuâtre; sur la crête, on y remarque enclavé du calcaire cristallin bleuâtre, identique avec celui des Beni Thouragh ; mais, en s'élevant le long de cette crête pour se rapprocher du Djurjura, on passe subitement dans un terrain d'un âge beaucoup plus récent et que nous décrirons plus loin.

Le pays des Illilten et la partie inférieure du pays des Illoula ou Malou limitent la partie orientale des terrains cristallins de la Kabylie.

En définitive, le massif de roches cristallines de la Kabylie a présenté une grande homogénéité de composition minéralogique ; il est formé principalement de strates de gneiss et de micaschiste englobant quelques lentilles de calcaire saccharoïde et traversés par des filons et des amas irréguliers de granite, tantôt à petits grains et à mica noir, tantôt à gros cristaux blancs de quartz, feldspath et mica. Il s'est montré jusqu'à ce jour très-pauvre en gîtes minéraux.

Chaîne du Djurjura. — Le Djurjura fait partie d'un système de montagnes qui comprend trois chaînes principales, affectant des directions différentes et bien déterminées.

Une première chaîne à l'est se dirige du N. E. au S. O., entre le cap Sigli et le col de Tirouda, sur une longueur d'environ 50 kilomètres. La chaîne centrale qui porte le nom de Djurjura est dirigée à peu près de l'E. à l'O., et s'étend du col de Tirourda au Djebel-Nador, sur une longueur d'environ 44 kilomètres.

La chaîne occidentale se dirige du S. E. au N. O., entre le Djebel-Nador et Djemaïr-Kaddera, sur le rivage de la mer, et occupe une longueur d'environ 50 kilomètres.

La chaîne centrale du Djurjura est la plus élevée de toutes. Sa crête dentelée est presque complétement dépourvue de végéta-

tion. Elle se couvre de neige pendant tout l'hiver et présente plusieurs pics élancés, désignés dans le pays sous le nom de *Tamgout*. Le pic culminant est celui de Lalla Khedidja, qui se trouve à 2,517 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Les observations que nous avons faites sur la chaîne du Djurjura sont encore fort restreintes, et nous ne les donnons ici qu'à titre de renseignement.

Col de Tirourda.—Au col de Tirourda, dont l'occupation a terminé la conquête de la Kabylie, la chaîne du Djurjura présente une succession de couches de calcaire et de poudingue dirigées N. 73° E.^{m}, et plongeant au N. 17° O.^{m}, sous un angle variable de 50 à 80°; les calcaires ont une couleur gris clair à l'intérieur et, de loin, paraissent presque blancs; à l'intérieur, ils sont gris foncé, à texture compacte subcristalline et à cassure esquilleuse; on voit, dans la masse, des nids isolés de carbonate de chaux blanc saccharoïde.

Les calcaires produisent les hautes aiguilles rocheuses du Djurjura; ils se présentent en couches de 0^{m},10 à 1 mètre d'épaisseur et forment des assises de 50 à 60 mètres de puissance, séparées les unes des autres par de grandes assises de poudingues. Ceux-ci se composent essentiellement de débris de quartz de diverses couleurs (blanc laiteux, noir, bistré, grisâtre, rougeâtre), gros, au plus, comme un œuf de pigeon. Ces débris sont tantôt à angles vifs, tantôt à angles arrondis. On y voit quelques petites paillettes de mica, mais pas de fragments de micaschiste. Le ciment est argilo-ferrugineux, de couleur généralement rouge foncé, ce qui permet de reconnaître de loin la présence de ces poudingues. Sur quelques blocs on remarque des miroirs polis, semblables à ceux qu'on trouve dans les filons métallifères. Parfois le poudingue passe au grès à grains fins par la diminution des galets de quartz. Ce grès est tantôt rouge, tantôt gris blanchâtre; quelquefois il est essentiellement marneux et passe à l'état de marnes schisteuses grises micacées.

Gypse sur le col de Tirourda. — Nous n'avons rencontré de fossiles dans aucune des roches du col de Tirourda. On a signalé du plâtre sur ce col, et on l'exploite pour les besoins du fort Napoléon.

Au col de Tirourda, les poudingues et grès rouges forment une bande à peu près continue au pied du revers nord du Djurjura, et leurs couches plongent très-fortement au nord vrai.

Pic de Lalla-Khedidja. — Le pic de Lalla-Khedidja est formé de calcaire subsaccharoïde gris clair et blanc. On trouve de nombreux cailloux roulés qui en proviennent dans les lits de l'Oued-Djema et de l'Oued-Aïssi. Ces galets sont mélangés à des blocs roulés de diorite verte, indiquant que sur la chaîne du Djurjura il y a des roches ignées.

Tamgout des Beni Koufi. — De Dra-el-Mizan, nous avons fait l'ascension du Tamgout des Beni Koufi, qui se trouve à la cote 2,066 mètres. Ce pic forme l'extrémité occidentale de la chaîne rocheuse proprement dite du Djurjura; il se compose essentiellement de calcaire gris clair, compacte ou semi-cristallin, dans lequel il est difficile d'observer une stratification quelconque.

Diorite sur le Tamgout. — Nous avons trouvé sur le flanc de la montagne un débris de diorite, de $0^m,40$ de diamètre; mais nous n'avons pas observé cette roche ignée en place.

Bélemnite au pied du revers occidental du Tamgout. — Au pied du revers occidental du Tamgout, il y a du calcaire compacte bleuâtre, bien stratifié, dans lequel nous avons vu un rostre de Bélemnite. L'aspect physique de ce calcaire bleu, rapproché de la présence de ce fossile, tend à faire admettre dans le massif du Djurjura l'existence du terrain crétacé; mais la masse principale de la montagne est formée par un calcaire d'un aspect différent, et que nous pensons appartenir au terrain nummulitique. En effet, le Tamgout des Beni-Koufi forme une espèce de coin engagé du côté ouest, au milieu d'une assise très-épaisse de poudingues du terrain tertiaire moyen, contenant de nombreux cailloux roulés de calcaire pétri de Nummulites. L'un de ces débris de calcaire nummulitique, dont le volume atteint 1 mètre cube, est à arêtes vives, et présente la même texture et le même aspect que le calcaire gris clair que l'on trouve au sommet du Tamgout.

Une exploration plus complète du Djurjura permettra sans nul doute d'y recueillir des fossiles en place et de fixer, d'une manière définitive, l'âge des divers terrains qui composent cette chaîne de montagnes.

Terrain nummulitique des environs de Dra-el-Mizan. — Le terrain nummulitique, caractérisé par un cachet tout particulier des roches qui le composent et par la présence de Nummulites en place, affleure en plusieurs points aux environs de Drael-Mizan. Au sud du massif des roches cristallines de la Kabylie, on en trouve une bande de 1,000 à 1,500 mètres de large,

que nous avons suivie sur 18 kilomètres de long, depuis l'Oued Boghni, à l'est, jusqu'au col d'Odenja, à l'ouest. Il se compose d'alternances de calcaire schisteux brun jaunâtre, blanc grisâtre ou verdâtre, à tissu compacte, de marnes bleues ou violettes très-dures, se délitant en petits fragments à angles vifs, et de grès quartzeux gris clair ou blanc jaunâtre à grains fins. A la descente de la route de Maatka, dans la plaine de Dra-el-Mizan, les marnes schisteuses dominent et les calcaires n'y forment que des lentilles subordonnées. Leurs couches plongent au S.^{m} de 30°; elles sont recouvertes, dans le milieu de la plaine, par 4 mètres d'épaisseur d'alluvions argileuses, contenant de nombreux débris des terrains nummulitique et tertiaire moyen. Plus à l'ouest se trouvent les trois cornes d'Hadjar-bou-el-Haya, composées de roches de grès quartzeux où la stratification est indistincte; mais plus loin, au col d'Odenja, celle-ci devient régulière.

Nummulites en place dans le calcaire auprès du col d'Odenja. — Les grès quartzeux blanc jaunâtre, à grains fins, forment une longue suite de crêtes dirigées N. 165° E.^{m}, et dont les strates plongent au S. 75° O.^{m} de 45°. On y trouve intercalées des couches de calcaire compacte de 0^{m},50 d'épaisseur, contenant de petites Nummulites. Ces couches plongent sous la route carrossable de Dra-el-Mizan aux Issers, et se relèvent du côté opposé, où elles sont recouvertes en stratification discordante par des grès jaunâtres du terrain tertiaire moyen, caractérisé par la présence d'un *Schizaster*.

La coupe (fig. 1, Pl. III) menée N. E. S. O. indique la situation relative des terrains de gneiss et de micaschiste de la Kabylie, nummulitique et tertiaire moyen des environs de Dra-el-Mizan.

Calcaire à Nummulites sur le col de Mahallet-Ramdan. — On trouve un îlot de calcaire avec Nummulites sur la crête même du Djurjura. Il est situé entre le Tamgout des Beni Koufi et le Djebel-Nador, sur le col de Mahallet-Ramdan, que traverse le sentier qui mène de Dra-el-Mizan à Aumale. Ce calcaire est en couches dirigées E. O.^{m}, et plonge N.^{m} de 25°; il est gris, cristallin en dedans, et identique avec certains échantillons disséminés au milieu des argiles diluviennes de Dra-el-Mizan.

A 300 mètres E. de Dra-el-Mizan, une carrière est ouverte sur des couches de calcaire gris verdâtre, un peu schisteux, de 0^{m},30 à 0^{m},50 d'épaisseur, alternant avec des assises minces de marnes vertes et rouges, comme dans la carrière de grès num-

mulitique de Ferouka, aux environs de Blidah. Les couches de calcaire de la carrière de Dra-el-Mizan sont dirigées N. 125° E.^{m}, et plongent au S. 85° O.^{m} de 45°. Elles forment, au milieu des marnes diluviennes, un petit îlot que nous classons dans le terrain nummulitique, d'après ses caractères minéralogiques. Un autre îlot semblable fournit la pierre à chaux grasse de Dra-el-Mizan.

Au S. O. de Dra-el-Mizan, vers les sources minérales de l'Oued-Edjeleta, on trouve, sur la rive droite de l'Oued-Djema, une bande de 2 kilomètres de largeur moyenne, composée de couches de calcaire jaunâtre avec petits grains de quartz blanc, dirigées N. 100° E.^{m} et plongeant d'abord S. 10° O.^{m}, presque verticalement. Plus bas, les couches s'infléchissent, et le plongement passe au N.^{m}, sous un angle de 10 à 15°. Elles passent parfois à l'état de grès quartzeux, et nous les rangeons provisoirement dans le terrain nummulitique, bien que nous n'y ayons pas trouvé de fossiles. Elles diffèrent par leur aspect extérieur des grès jaunâtres tertiaires au milieu desquels elles affleurent.

Couches nummulitiques de la rive gauche de l'Oued-Edjeleta. — Les mêmes couches de grès et calcaires, que nous supposons nummulitiques, se représentent sur la rive gauche de l'Oued-Edjeleta, affluent de l'Oued-Soufflat.

Gîte de plâtre des Harchaoua. — Il y a un gîte de plâtre chez les Harchaoua, à 3 kilomètres O. S. O. des sources gazeuses des bords de l'Oued-Edjeleta. Il est enclavé dans des marnes grises ou noires, à cassure conchoïdale, qui renferment des lentilles très-restreintes de calcaire gris noirâtre très-dur. Ces marnes sont coupées par des veines irrégulières de carbonate de chaux blanc, spathique, cristallisé parfois en gros rhomboèdres de 2 centimètres; elles sont recouvertes d'efflorescences blanches, où le goût décèle la présence du sulfate de magnésie.

Le gîte de plâtre se trouve au fond d'un cirque de 300 mètres de diamètre environ. Le gypse y sert de gangue à une brèche à fragments anguleux de calcaire siliceux noir, et il présente quelques pointes saillantes de 1 mètre de hauteur, dans lesquelles il est pur et de couleur blanche. Le sol de l'entonnoir gypseux est parsemé d'effondrements coniques qui résultent sans doute d'une dissolution souterraine du gypse faite par les eaux d'infiltration.

Nous ne pouvons rien dire sur l'âge des marnes noires qui

encaissent la brèche gypseuse des Harchaoua. Il peut se faire qu'elles appartiennent au terrain nummulitique; mais de nouvelles études sont nécessaires pour résoudre cette question.

Voici la composition de deux échantillons de calcaire nummulitique de Dra-el-Mizan :

DÉSIGNATION DES SUBSTANCES.	Calcaire blanc. n° 1.	Calcaire jaune verdâtre. n° 2.
	gr.	gr.
Sable et résidu argileux insoluble dans les acides faibles	0.0150	0.4282
Carbonate de chaux	0.9580	0.5000
— de magnésie	0.0252	0.0424
— de fer	»	0.0145
Eau, perte	0.0018	0.0149
TOTAUX	1.0000	1.0000
Auteurs	SIMON.	DE MARIGNY.

Le calcaire n° 1 est très-pur; il doit donner de la chaux grasse par la cuisson. Le calcaire n° 2 est très-impur; c'est de la marne plutôt que du calcaire.

Terrain tertiaire moyen. — Le terrain tertiaire moyen présente un développement considérable à l'extrémité ouest du Djurjura, au pied du Tamgout des Beni Koufi. Il y forme une série de bancs épais de poudingues, dirigés N. 125° E.^{m}, et plongeant en général au N. 35° E.^{m}, sous un angle variable de 60 à 85°; le poudingue tertiaire se compose essentiellement de galets de calcaire gris clair, semblable à celui que nous avons vu en place sur le Tamgout des Beni Koufi. Plusieurs de ces galets sont pétris de *grandes Nummulites*, ce qui indique clairement que le poudingue est d'un âge postérieur à la période nummulitique; on trouve aussi, parmi les galets, des débris de quartz, de micaschiste, de grès quartzeux rougeâtre et de calcaire compacte schisteux gris, sans fossiles; mais les galets de calcaire à Nummulites sont les plus répandus; leur volume est parfois considérable et atteint 1 mètre cube; leurs angles sont le plus souvent arrondis, mais on en voit aussi à angles vifs au pied du Tamgout, ce qui dénote que l'origine de la roche d'où proviennent ces galets nummulitiques n'est pas bien éloignée. Chez les

Beni Koufi, le poudingue tertiaire moyen a une épaisseur de 3 à 400 mètres; il forme un revêtement assez régulier au pied du massif nummulitique du Djurjura. En descendant vers le nord, il fait place à une assise de grès grisâtre plus puissante encore; les roches tertiaires n'ont plus alors un pendage aussi régulier et présentent diverses ondulations. Elles se poursuivent sans interruption à l'ouest jusque dans la vallée de l'Isser, en constituant la chaîne de montagnes qui limite au sud la plaine ondulée de Dra-el-Mizan. La ligne de faîte qui en résulte est dirigée du S. E. au N. O., et sa hauteur varie de 1,273 mètres (Djebel-Nador) à 635 mètres, au sud du poste de Dra-el-Mizan.

La chaîne de montagnes contre laquelle est adossé Dra-el-Mizan se compose d'une série de couches de grès, de brèches et de poudingues; le grès est quartzeux, jaunâtre, assez friable; la brèche est à petits fragments de quartz bleu et de micaschiste bleuâtre. Quant au poudingue, il se compose principalement de galets arrondis de calcaire à Nummulites dont le volume atteint 1 mètre cube.

Les couches sont dirigées N. 170° E.^{m}, et plongent d'abord au S. 80° O.^{m} de 35°; mais, en s'élevant vers le S. O., elles s'infléchissent, ainsi que l'indique la coupe (fig. 2, Pl. III).

A 8 kilomètres N. O. de Dra-el-Mizan, sur le côté sud de la route, les grès tertiaires sont très-développés. Ils sont formés de petits grains de quartz agglutinés par un ciment calcaire jaunâtre. On y trouve des paillettes de mica et parfois aussi de nombreux débris de quartz blanc, de gneiss, de micaschiste brunâtre, qui lui donnent l'aspect d'une brèche. Il est friable, et les détritus qui en proviennent ont un goût salé très-prononcé; ses couches sont dirigées N. 52° E.^{m} et plongent, au S. 38° E., de 15°. Elles renferment de nombreux débris de Scutelles et d'oursins, parmi lesquels on observe un *Schizaster* caractéristique du terrain tertiaire moyen. Ces grès tertiaires montrent, en face du col d'Odenja, un escarpement vertical au pied duquel surgit la source d'Aïn-Tezazat.

Entre la source Aïn-Tezazat et le col d'Odenja, les caractères stratigraphiques et paléontologiques concordent ici pour qu'on distingue ces terrains l'un de l'autre.

A 14 kilomètres N. O. de Dra-el-Mizan, sur la rive droite de l'Oued-Tamdiret, affluent de l'Oued-Djema, on trouve des alternances de marnes ferrugineuses rougeâtres et de grès siliceux grisâtres, contenant quelques gros galets de quartz, de gneiss et

de micaschiste qui les font passer parfois à l'état de poudingue.

Ostrea crassissima sur la rive droite de l'Oued-Tamdiret. — Ces grès contiennent en place l'*Ostrea crassissima*, caractéristique du terrain tertiaire moyen. Les couches plongent au N.^{m} et s'appuient, à l'E., contre le massif des roches cristallines de la Kabylie. A partir de l'Oued-Tamdiret, nous avons suivi le contact immédiat de ce massif et du terrain tertiaire moyen jusqu'au pied de la crête des Beni-Raten, sur une étendue de 4 kilomètres. Ce contact se fait par des couches de grès argileux passant parfois au poudingue, et s'enfonçant en stratification concordante sous des marnes grises, à mesure qu'on s'éloigne du massif kabylien, en marchant au nord. Au pied de la crête des Flissas, à 5 kilomètres S. E. du caravansérail d'Azib-Zamoun, les grès tertiaires sont sableux, gris blanchâtre. Leurs couches sont dirigées N. 70° E.^{m} et plongent, au N. 20° O.^{m}, de 14°. Elles renferment de petites Dentales, des *Clypeaster scutellatus*, des Peignes et des moules indéterminables de bivalves. Elles reposent en stratification discordante sur les couches de calcaire cristallin traversées par la galerie naturelle dont il a été question plus haut. Près de la rive gauche de l'Oued-Boukhdoura, le massif granitique des Flissas est recouvert par des couches de grès bleuâtre, micacé, contenant quelques petits fragments de micaschiste, et dirigées N. 30° E.^{m}, avec un plongement au S. 60° E.^{m}, de 25°.

Sur la route de Tiziouzou à Dra-el-Mizan, les grès tertiaires remontent jusqu'au village kabyle de Betrouna, à partir duquel ils font place aux roches cristallines. Dans la gorge de Bouhinoun, à 4 kilomètres sud de Tiziouzou, les grès tertiaires plongent fortement au nord et se redressent presque verticalement contre les calcaires cristallins de la Kabylie. Ils sont quartzeux, à grains fins, et contiennent quelques débris de quartz blanc et de micaschiste. Enfin, à l'entrée du massif kabylien, par la route du fort Napoléon, celle-ci coupe une série de couches de grès marneux jaunâtres, généralement tendres. Quelquefois ces grès sont assez durs et sont alors bleus à l'intérieur. On y remarque quelques gros galets de quartz blanc et de petits fragments de micaschiste, ce qui les transforme alors en poudingue. Nous y avons trouvé un *Pecten*. Les couches plongent de 45° au N. E.^{m},

On voit par ce qui précède que, sur tout le revers nord du massif de la Kabylie, les couches du terrain tertiaire moyen sont

bien caractérisées par leurs fossiles et leur constitution minéralogique, qu'elles renferment souvent des débris de roches cristallines (gneiss, micaschiste, granite, quartz), et qu'elles ont été fortement redressées contre le massif kabylien.

Au nord du massif de roches cristallines de la Kabylie, le terrain tertiaire moyen occupe une bande de 16 kilomètres de largeur moyenne, au milieu de laquelle s'élève l'îlot de roches cristallines de Boukhalfa. Il est traversé de l'ouest à l'est par la vallée de l'Oued-Sebaou. Il semble, au premier abord, que la vallée de l'Oued-Sebaou passe par le poste de Tiziouzou, à cause de la grande dépression qui sépare les montagnes des Ouled-Boukhalfa et des Maâtka; mais il n'en est pas ainsi. Cette vallée s'encaisse profondément dans une gorge qui traverse de part en part l'îlot des Ouled-Boukhalfa. Comme les roches cristallines des Ouled-Boukhalfa et des Maâtka sont très-dures, tandis que le col de Tiziouzou est formé de grès et de marnes assez tendres, appartenant au terrain tertiaire moyen, il y a lieu de penser que le creusement de l'Oued-Sebaou, à l'est et au nord du Bordj, ne résulte pas d'une érosion lente des roches, mais plutôt d'un cataclysme subit qui a pu frayer un passage à la rivière à travers des roches d'une grande dureté. Les couches tertiaires forment une espèce de fond de bateau sous l'assiette du fort. On voit leurs affleurements se relever au nord contre le massif des Ouled-Boukhalfa, et au sud contre le massif des Maâtka.

Plusieurs carrières ont été ouvertes au pied du Bordj-Tiziouzou, lors des premiers temps de l'occupation. Dans les grès et calcaires tertiaires du côté ouest, on a exploité des bancs de grès quartzeux bleuâtre, ayant beaucoup de ressemblance avec les grès du terrain tertiaire moyen de Dellys et de Ténès.

Indices de lignite dans les grès du terrain tertiaire moyen de Tiziouzou. — On y a trouvé des végétaux fossiles transformés en un combustible noir et brillant analogue à du lignite de bonne qualité. On a retiré 2 à 3 kilogrammes de ce combustible dans un abatage de 240 mètres cubes de roches. Ce combustible formait des nids et des veines irrégulières, et non pas des couches parallèles à la stratification du terrain. Ce n'a été qu'un accident local sans aucune importance industrielle. C'est, au reste, démontré par l'aspect actuel du front de la carrière; on n'y voit en place aucun indice de combustible. En cherchant avec soin au milieu des déblais, nous avons trouvé dans un bloc de grès un fragment de végétal carbonisé, ayant 2 centimètres de long

sur 1 centimètre de large. Un autre fragment de grès renfermait une tige végétale transformée en pyrite de fer.

La carrière de grès a été abandonnée, parce que les pierres se fendent naturellement par l'action des agents atmosphériques. Il y a, au-dessus, des bancs de calcaire jaunâtre, où l'on remarque de nombreux débris de coquilles indéterminables. A l'E. S. E. du Bordj, le grès tertiaire est sablonneux et exploité comme sable; il renferme des bancs de brèches à débris de schiste satiné.

Plus tard, de nouvelles carrières ont été ouvertes dans les grès tertiaires, sur le revers sud du Djebel-Boukhalfa, au N. O. de Tiziouzou. Ces grès sont à grains de quartz de couleur grisâtre ou violacée. Quelques bancs passent à l'état de poudingue, à cause des débris de quartz et de micaschiste qu'ils renferment. Les grès à grains fins présentent parfois de nombreuses empreintes végétales carbonisées, indéterminables au point de vue botanique, et parallèles à la stratification des couches; on y trouve aussi des nids et des veines de lignite friable d'un beau noir éclatant. L'une de ces veines avait 2 centimètres d'épaisseur sur $0^{m},30$ de long; à la suite venaient d'autres veines semblables, résultant de l'écrasement et de la fossilisation de branches d'arbres.

Fossiles du terrain tertiaire moyen de Tiziouzou. — Les grès encaissants contiennent des Dentales et des *Pecten* (comme ceux des environs d'Azib-Zamoun, au pied du massif des Flissas), des Anomies, des *Flabellum extensum* (polypiers du terrain tertiaire moyen du Piémont). Depuis notre passage, de nouveaux indices de lignite ont été découverts dans les mêmes carrières. Ils ont toujours présenté le même cachet de discontinuité, et rien n'autorise à penser qu'ils dénotent en profondeur l'existence d'une couche régulière de lignite; car, en vertu du relèvement des couches tertiaires contre les massifs de roches cristallines des Ouled-Boukhalfa et des Maâtka, on peut passer en revue les affleurements de presque toutes ces couches, et nulle part on n'a constaté l'existence d'une couche de lignite.

Sondage de Tiziouzou. — En outre, plusieurs sondages ont été poussés à 30 mètres de profondeur dans la partie la plus déclive du col de Tiziouzou, afin d'obtenir, si c'était possible, des eaux jaillissantes. Ces sondages n'ont pas donné de source jaillissante et n'ont rencontré aucune couche de lignite.

Les marnes tertiaires comprises entre Tiziouzou et Bouhi-

noun renferment quelques assises minces de calcaire grisâtre, à cassure grenue et un peu conchoïdale, avec lequel on a pu faire de la chaux hydraulique.

Voici la composition de ce calcaire :

Silice gélatineuse libre.	Argile.	Peroxyde de fer.	Carbonate de chaux.	Carbonate de magnésie.	Carbonate de fer.	Eau.	TOTAL :
0.1060	0.0470	0.0050	0.4750	0.3073	0.0507	0.0080	0 9990

Auteur : DE MARIGNY.

Cette roche est formée principalement de dolomie mélangée d'une certaine proportion de carbonate de chaux et de silice gélatineuse libre. C'est la présence de ce dernier corps qui lui donne sans doute les propriétés hydrauliques qui la distinguent. La couche exploitée a $0^m,40$ d'épaisseur et plonge de 10° au N.^{m}, au milieu des marnes encaissantes ; elle est située sur un col.

Si de Tiziouzou l'on se rend à Taourgha, en suivant la route muletière de Dellys, on traverse d'abord des marnes tertiaires jaunâtres, au milieu desquelles sont disséminés des cailloux roulés de quartz blanc, de gneiss et de micaschiste, qui les font passer à l'état de poudingue. On coupe ensuite l'Oued Sebaou, qui roule un volume d'eau considérable et l'on repasse de nouveau sur les marnes et les poudingues tertiaires pour s'élever par une pente des plus abruptes jusqu'à la crête de Taourgha.

Les couches tertiaires présentent diverses inflexions, ainsi que l'indique la coupe (fig. 3, Pl. III). Sur la lisière de la plaine alluvienne du Sebaou, les marnes dominent. Elles sont dirigées N. 90° E^m, et plongent au S^m presque verticalement. Elles se débitent facilement et sont sillonnées par de minces filons de carbonate de chaux blanc, cristallisé en larges lames rhomboïdales ; à mesure qu'on monte, les marnes font place à des bancs de grès et de brèches. Ces derniers prennent un grand développement et renferment de gros blocs roulés de granite à quartz, feldspath et mica blancs.

Le village arabe de Taourgha est situé à 14 kilomètres S. de Dellys, au sommet d'une colline élevée d'environ 60 mètres au-dessus du niveau général de la plaine ondulée qui l'entoure.

Cette colline est terminée du côté S. E. par un escarpement presque vertical, sur lequel serpente un sentier très-difficile et qui n'est abordable que pour des piétons. Elle est formée de bancs épais d'une brèche dont les noyaux à angles vifs atteignent 1^{m},30 de côté. Ces noyaux se composent principalement de schiste satiné bleuâtre, mais on y trouve aussi du quartz blanc et du granite à mica blanc. Les couches sont dirigées N. 90° E.^{m}, et plongent de 27° au S.^{m}. Elles reposent sur des marnes argileuses grises, dans lesquelles on trouve quelques bancs de brèches.

Terrain quaternaire. — La plaine ondulée de Dra-el-Mizan constitue une sorte de vallée de 4 kilomètres de largeur moyenne, limitée au sud par l'extrémité occidentale du Djurjura et la chaîne du Djebel Galos, qui forme au N. O. le prolongement du Djurjura; elle remonte à l'est jusqu'au contre-fort des Beni Ouassif et s'abaisse vers l'ouest, en s'arrondissant en écharpe autour du massif de roches cristallines de la Kabylie. Pour l'observateur qui la regarde d'un point élevé, elle paraît écouler au N. O., dans l'Isser, par la vallée de l'Oued Djema, toutes les eaux qui tombent à sa surface.

Mais il n'en est pas réellement ainsi; la vallée de l'Oued Djema, dirigée du S. E. au N. O., n'écoule que les eaux pluviales de l'extrémité occidentale de la plaine de Dra-el-Mizan. Les parties centrales et orientales de la plaine sont traversées au S. par une série de ravins, qui ont leur origine sur le Djurjura et la chaîne du Djebel Galos, descendent vers le nord dans la plaine qu'elles coupent dans toute sa largeur, et passent ensuite à travers les massifs de roches cristallines de la Kabylie, d'où elles se déversent dans le Sebaou par deux vallées principales, qui sont : l'Oued Aïssi et l'Oued Boukhdoura.

Au nord, la plaine de Dra-el-Mizan est formée par une bande de terrain nummulitique, et au sud par une bande de terrain tertiaire moyen. Entre ces deux bandes se trouve une bande centrale essentiellement formée de marnes quaternaires grises, au milieu desquelles sont disséminés de nombreux débris des terrains nummulitique et tertiaire moyen. Le dépôt quaternaire se présente sur toutes les crêtes qui séparent les unes des autres les ravins transversaux de la plaine, et paraît avoir formé primitivement une assise régulière, qui, partant du rocher des Beni Ouassif, s'étendait jusqu'à la mer par les vallées de l'Oued Djema et de l'Oued Isser. A l'époque du dépôt de cette assise, le massif de la Kabylie n'était pas ouvert de part en part par les

vallées de l'Oued Aïssi et de l'Oued Boukhdoura. Celles-ci commençaient déjà peut-être auprès des limites méridionales de ce massif, pour s'écouler de là dans l'Oued Sebaou, ainsi que cela arrive pour l'Oued Oumejout, au centre, et l'Oued Tafourelt, à l'ouest. A la suite des siècles, le lit de ces deux grandes vallées a pu se creuser de plus en plus. Le point de partage des eaux se serait alors abaissé, de telle sorte que l'origine de l'Oued Aïssi et de l'Oued Boukhdoura s'est reportée vers le sud jusque dans la plaine de Dra-el-Mizan; alors les eaux superficielles, qui s'écoulaient d'abord en entier au N. O. par la vallée de l'Oued Djema, ont formé une suite de petits bassins géographiques. Les unes se sont écoulées directement au nord vers le Sebaou, à travers le massif kabylien; les autres ont continué à suivre le cours de l'Oued Djema. Le dépôt quaternaire, qui, primitivement, était continu de l'est à l'ouest, a été découpé du N. au S. par les affluents de l'Oued Aïssi et de l'Oued Boukhdoura, et il en est résulté des ondulations que l'on remarque aujourd'hui dans la plaine de Dra-el-Mizan.

Il se pourrait encore que la révolution géologique qui a ouvert également la vallée de l'Oued Sebaou à travers le massif cristallin du Djebel Boukhalfa eût ouvert également les vallées de l'Oued Aïssi et de l'Oued Boukhdoura, à travers le grand massif cristallin de la Kabylie et la vallée diluvienne de Dra-el-Mizan.

Le cours de l'Isser, près de son confluent avec l'Oued Djema est encaissé à 8 ou 10 mètres de profondeur. Ses berges sont argilo-sableuses, et contiennent des Hélices et des Bulimes en grand nombre. Entre l'Isser et l'Oued Djema s'élève, à 15 mètres de hauteur au-dessus de la plaine alluvienne, un plateau régulier quaternaire, formé de cailloux roulés de quartzite brun, de calcaire gris et saccharoïde, et réunis par une gangue de carapace calcaire blanche.

Sur la rive gauche de l'Oued Isser, auprès du confluent de l'Oued Djema, la berge est coupée par un escarpement presque vertical, présentant en haut des assises sensiblement horizontales d'un poudingue à ciment jaunâtre, qui est la continuation géologique du poudingue quaternaire de la rive droite. Il repose sur de l'argile plastique grise, que nous n'avons pu observer de près, et qui est peut-être la continuation des marnes tertiaires moyennes d'Azib-Zamoun. Le poudingue diluvien a comblé les dépressions qui existaient à la surface de cette argile.

La continuité du terrain quaternaire compris entre l'Oued Djema et l'Oued Isser montre que ces deux rivières formaient primitivement, auprès de leur confluent, une seule et grande vallée diluvienne, dans laquelle se déposaient les assises quaternaires. Plus tard, à la suite d'une diminution dans le volume des eaux courantes, l'Oued Djema et l'Oued Isser ont creusé leur lit alluvien actuel au milieu du plateau quaternaire qui s'étendait uniformément dans les deux vallées.

M. Delanoüe communique la lettre suivante de M. Lehardy de Beaulieu sur les fossiles trouvés à la base du lœss de Belgique :

Mons, 14 janvier 1868.

Monsieur,

Je vous remercie de votre intéressant travail sur le lœss du nord de la France que vous avez eu l'obligeance de m'envoyer. J'en ai écouté la lecture avec le plus vif intérêt (1), et les faits que vous y relatez me semblent en parfaite concordance avec ceux qu'ont observés depuis quelque temps quelques-uns de mes amis qui poursuivent les recherches de notre tant regretté Toilliez. Ces recherches, toutefois, ont amené deux résultats importants qui ne coïncident pas entièrement avec certains faits énoncés dans votre notice et dont je crois, par conséquent, devoir vous donner connaissance. Le premier, c'est que l'on a trouvé l'année dernière dans l'ergeron, à Spiennes et à Baudour, près de Mons, des ossements de *Rhinoceros tichorhinus*, d'*Elephas primigenius*, de *Cervus megaceros*, d'Hippopotame, de deux *Equus*, etc., ainsi que des silex taillés de main d'homme. Ces découvertes ont été faites à Spiennes, dans une tranchée de chemin de fer qui montre admirablement la superposition des deux lœss et les fréquents remaniements subis par le supérieur. Le second fait, c'est qu'à Maisières, près de Mons, le sable dit du camp de Casteau, indiqué comme landénien par Dumont, dans sa carte géologique, est positivement campinien, ainsi que le dénote sa superposition à du lœss transformé en une argile d'une remarquable plasticité, et qui lui-même surmonte l'ergeron dans lequel on a trouvé des ossements et des dents de Rhinocéros, dont quelques-uns figuraient dans la col-

(1) M. Lehardy de Beaulieu est aveugle.

lection de feu Toilliez. Le sable de Casteau est d'une extrême ténuité, et il s'en sépare, par le lavage, une petite quantité de matière argileuse d'un blanc grisâtre; cette circonstance, jointe à la grande plasticité du lœss sous-jacent, me semble confirmer votre opinion sur l'origine du sable campinien.

Trois de mes amis, MM. Briart, Cornet et Houzeau, qui ont visité avec beaucoup d'attention les fouilles de Spiennes et ont recueilli les restes fossiles dont je viens de faire mention, s'occupent en ce moment d'un rapport sur ce sujet, qui sera publié sous peu dans les *Mémoires de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut.*

Je prierai ces messieurs de vous en envoyer un exemplaire. Je vous serais fort obligé aussi si vous pouviez me procurer la notice que vous avez publiée, il y a longtemps déjà, sur le mode de formation des gîtes métallifères. Je vous prie d'offrir à la Société géologique mon *Essai sur l'origine de la houille.*

Veuillez, Monsieur, agréer, etc.

M. de Mortillet donne quelques détails sur la localité signalée par M. de Beaulieu.

M. Belgrand exprime l'opinion que le limon des plateaux a été profondément remanié par les eaux pluviales. Cette opinion est partagée par M. Delanoüe, qui voit dans les tufs de la campagne de Rome le résultat d'actions du même ordre.

M. Daubrée présente la note suivante au nom de l'auteur :

Du rôle qu'ont joué les eaux minérales dans les formations géologiques postérieures aux dépôts des derniers terrains tertiaires; par M. Jules Itier.

Nombre de faits déjà signalés établissent avec évidence que des sources abondantes d'eaux chargées d'acide silicique ou d'acide carbonique, libre ou combiné avec la chaux et le fer, ont surgi du sein de la terre, à diverses reprises, depuis la fin des dépôts des terrains tertiaires, et que leur apparition a coïncidé avec les fréquentes éruptions volcaniques de cette époque ; qu'enfin, de nos jours, l'action volcanique, bien que très-affaiblie, est généralement accompagnée, comme autrefois,

de sources d'eaux minérales dont le volume est en rapport avec l'intensité de cette action.

Nous nous proposons ici d'ajouter aux faits déjà connus de nouveaux faits que nous avons recueillis sur plusieurs points du globe, et de donner au phénomène des grandes éruptions d'eaux minérales le caractère de généralité et l'importance géologique qu'elles ont en réalité et qu'on ne leur a pas encore attribué.

Les grandes éruptions d'eaux minérales appartiennent surtout à l'époque des volcans de la fin de la période tertiaire, et semblent, comme aujourd'hui, avoir été en connexion intime avec les phénomènes volcaniques par lesquels s'est manifestée à la surface du globe l'action de la chaleur centrale.

C'est aussi vers cette époque géologique qu'ont eu lieu ces grandes inondations qui, dans leur ensemble, constituent le déluge, dont les peuples les plus anciens, les Chinois et les Égyptiens, ont conservé la tradition.

Ce rapprochement nous conduira peut-être, lorsque nous aurons démontré l'universalité du phénomène des courants d'eaux minérales qui ont sillonné le globe, à nous rendre compte de ce cataclysme, dans ses causes comme dans ses effets.

Celle de ces éruptions d'eaux minérales que je me propose de traiter aujourd'hui a laissé une empreinte profonde sur le sol de l'Égypte et de la Libye; la vaste forêt pétrifiée des environs du Caire, si connue des naturalistes, offre l'un des traits les plus remarquables de ce phénomène.

Après avoir traversé dans la direction du nord-est la nécropole des califes, située aux portes du Caire, la route s'engage, à l'est, dans une petite vallée en pente qu'on remonte en parcourant les assises à peu près horizontales d'un calcaire marneux appartenant au terrain tertiaire moyen; à deux kilomètres de là, le sol devient horizontal, et la vallée est alors bordée à gauche de monticules peu élevés, tandis que, sur la droite, les flancs de la montagne présentent, sur une longueur de plus de 10 kilomètres, des déchirures abruptes conservant la trace d'une violente dislocation. Après deux heures de marche, nous atteignîmes enfin le sommet d'un vaste plateau occupé par la forêt pétrifiée. Le sol est, aussi loin que la vue peut s'étendre, jonché de débris de troncs d'arbres, de branches et de racines passés à l'état siliceux; les palmiers et les sycomores y dominent; on ne saurait d'ailleurs les distinguer des espèces

actuellement vivantes de ce pays; ces végétaux ont été silicifiés sur place, ainsi que le démontrent leurs racines enfouies dans le sol et la forme anguleuse de leurs fragments épars.

Le terrain calcaréo-sablonneux dans lequel ils ont crû a été lui-même pénétré, en plusieurs endroits, d'un suc siliceux, qui l'a transformé en grès en agglutinant les éléments arénacés.

En étudiant avec attention ce phénomène, dont l'intensité nous frappait d'étonnement, nous ne tardâmes pas à constater la trace évidente de puissantes nappes d'eau qui avaient dû se répandre dans toutes les directions, et dont le point de départ ne devait pas être fort éloigné de l'endroit que nous occupions. Conduits par ces observations vers le flanc de la montagne que nous avions laissée au sud, nous ne tardâmes pas à reconnaître, dans les anfractuosités de la roche et sur une foule de points disséminés au loin, des trous, en forme de cratère, d'un mètre et plus de profondeur sur quelques mètres de diamètre, tapissés de petits cristaux de quartz et d'un tuf blanc siliceux arénacé, souvent lustré, coloré par zones horizontales de teintes dégradées rouges, violettes, jaunes et verdâtres.

Cette disposition rappelait tellement les fontaines des geysers de l'Islande, qu'il nous serait impossible de ne pas employer les mêmes expressions pour décrire ces deux phénomènes.

Des innombrables orifices par lesquels les eaux siliceuses ont dû jaillir à la surface du sol, le plus actif, à en juger par l'épaisseur du tuf siliceux qui s'est produit, est situé à 2,000 mètres environ de la forêt pétrifiée, sur la droite en venant du Caire; les couches du calcaire tertiaire ont été soulevées et redressées en forme de cratère autour des puits par lesquels s'est échappée la nappe d'eau siliceuse; aux alentours, les hachures du sol accusent l'intensité d'un courant agissant à la fois comme force mécanique, en entraînant violemment et roulant dans ses flots les fragments du terrain disloqué et désagrégé, et comme agent chimique, soit en agglutinant ces débris, soit en les entourant, dans leur transport, d'une concrétion argilo-siliceuse désignée en minéralogie sous le nom de caillou d'Égypte (1).

---

(1) Le professeur Charles Martins, dont j'avais attiré l'attention sur le phénomène de la forêt pétrifiée du Caire, au moment de son départ pour

On sait que le centre de ces cailloux est toujours occupé par un corps quelconque autour duquel la silice s'est déposée; ce corps est le plus souvent un grain de sable; mais lorsqu'un corps organique s'est rencontré dans le courant siliceux, il est devenu aussi le centre d'attraction des molécules argilo-siliceuses; tel est le cas d'une Nummulite du terrain tertiaire inférieur trouvée au centre de l'un de ces cailloux; nous y avons aussi rencontré une quantité considérable de foraminifères; or, la présence de ces êtres organiques repousse absolument l'hypothèse de l'origine ignée des cailloux d'Égypte.

Le phénomène des grandes nappes d'eau répandues à la surface du sol n'est pas particulier à la localité que nous venons de décrire; nous l'avons observé dans toute l'Égypte et jusqu'en Libye; il s'y confond partout avec le diluvium, dans ses effets comme dans ses causes.

Ainsi, les traces d'érosion qu'offre de tous côtés le sol de l'Égypte et surtout les nombreux lits de rivières sans eau qu'on rencontre soit en Égypte, soit en Libye, n'ont pas d'autre origine que le passage de grands courants d'eaux siliceuses probablement chaudes, qui ont laissé leurs lits remplis de cailloux arrondis par voie de concrétion sédimentaire, à la manière des pisolithes et non à la manière des cailloux roulés, ce que démontre avec la dernière évidence la structure intérieure de ces cailloux.

Le désert de Gessen nous a offert, dans ses nombreux cailloux argilo-siliceux, la preuve du passage de ces grands courants, auxquels se rattache, sans doute, l'enfouissement des grands mammifères dont les ossements ont été mis à découvert par les travaux de déblais du canal de Suez, à Chalouf, situé vers le nord-est de la terre de Gessen, et qui appartiennent à des espèces contemporaines de l'homme, mais qui ont disparu en partie de l'Égypte, avant les temps historiques : tel est l'Hippopotame, dont les ossements abondent à Chalouf, pêle-mêle avec ceux de Chameau, de Chèvre et d'un grand Squale.

Enfin, à 30 lieues environ à l'ouest des pyramides de Giseh et sous la même latitude que la forêt pétrifiée du Caire, on observe une vaste forêt silicifiée en place et où dominent également les palmiers.

---

l'Égypte, m'écrivait à son retour, après avoir visité avec soin les mêmes localités, qu'il *serait difficile d'expliquer autrement que je ne le faisais ce prodigieux phénomène.*

Les deux chaînes calcaires qui encaissent la vallée du Nil moyen et inférieur sont comme enveloppées d'une espèce de calotte siliceuse qui revêt presque complétement la crête et les flancs des collines du terrain tertiaire, lequel repose presque partout, et notamment à l'extrémité nord de la chaîne arabique, sur les assises moyennes de l'étage supérieur crétacé, assises caractérisées par la présence d'un grand nombre de fossiles, tels que l'*Hippurites organisans* et *cornu-vaccinum*, la *Janira atava*, etc.

Nous avons remarqué sur les points les plus bas des grands ouadis et du lit de la rivière sans eau, dans la partie centrale de la chaîne arabique connue sous le nom de désert de la *Thébaide*, une grande quantité de coquilles fossiles détachées de leur gangue calcaire et passées sur place à l'état siliceux, alors que les fossiles similaires sont encore à l'état calcaire dans la roche qui les renferme. Ces coquilles siliceuses, agglutinées par un ciment de même nature qu'elles, forment des amas considérables au fond de la vallée.

Les grandes plaines de Denderah et d'Esné, dans la haute Égypte, nous ont aussi offert, sur une foule de points, des amas puissants de cailloux argilo-siliceux concrétionnés, évidemment formés par des courants d'eaux siliceuses. Ces mêmes cailloux s'étendent fort au loin dans la partie du désert Libyque situé au sud-ouest de ces plaines.

L'ancienne voie romaine qui suit, à travers le désert Libyque et dans un espace de près de 200 lieues, le lit du fleuve sans eau (Bahar-Bela-Mah), depuis la grande oasis de Thèbes, appartenant à la formation du grès de transition nubien, jusqu'au golfe de Plinthine, dans la Méditerranée, cette voie romaine, dis-je, est jonchée de coquilles tertiaires siliciflées, qu'accompagnent des amas de cailloux et de concrétions argilo-siliceuses.

Plus à l'ouest et non loin de là, le sol du désert de Kars est entièrement recouvert d'arbres siliciflés, véritable forêt pétrifiée en place, comme celle du Caire.

Plus à l'ouest encore, vers le centre de la Libye, la rivière sans eau (Guarb-el-Cherif), qu'on a supposé avoir autrefois servi, avec le Bahar-Bela-Mah de la grande oasis, à l'écoulement du Nil, avant la dernière révolution géologique qui a déterminé son cours actuel, n'offre qu'un amas de cailloux argilo-siliceux et de concrétions où domine l'élément siliceux.

En un mot, il n'est pas un point de la formation diluvienne

de l'Égypte et de la Libye qui n'ait conservé l'empreinte du passage de grands courants d'eaux siliceuses, et, comme la merveilleuse puissance de conservation dont jouit le ciel de l'Égypte s'est étendue aussi bien aux faits géologiques qu'aux monuments dus à la main de l'homme, il semble que hier encore ces courants sillonnaient le sol de l'Égypte et de la Libye, tant est grande la vivacité de leurs empreintes.

Ce qu'il importe surtout de remarquer, c'est l'état moléculaire dans lequel se trouve la silice qu'on rencontre partout, comme nous venons de le dire, à la surface du sol de l'Égypte.

Elle paraît avoir conservé son affinité chimique, et c'est là un caractère qu'il importe de noter, parce qu'il ne laisse subsister aucun doute, à nos yeux, sur la nature aqueuse de son origine et de son mode de dépôt. On sait, en effet, qu'il n'y a que la silice à l'état gélatineux, c'est-à-dire hydratée, qui jouisse de cette affinité, et qu'il suffit pour la lui faire perdre absolument de la calciner. Or, la silice répandue à la surface du sol de l'Égypte possède encore, à un degré très-marqué, ainsi que nous le démontrerons tout à l'heure, l'affinité chimique; donc elle est le produit, non de la chaleur, mais de l'eau dans laquelle elle se trouvait en dissolution, et cette eau était probablement chaude, s'il est permis d'en juger par analogie avec les sources d'eaux siliceuses existant sur presque tous les points du globe où l'action volcanique se manifeste encore.

Nous avons rencontré sur une foule de points, jonchants le sol, des corps organisés des deux règnes, dont la silicification partielle et incomplète indique une action lente mais incessante de l'acide silicique : ce sont des bois, des coquilles et des madrépores fossiles, et surtout des végétaux cryptogamiques se présentant sous forme d'excroissances lichénoïdes. Une poussière siliceuse s'agglutine autour des tiges des graminées, des joncs et des jeunes pousses de tamaris (*Tamarix africana*), et détermine peu à peu la mort du végétal, dont le carbone remplacé, molécule à molécule, par la silice, n'est plus représenté que par la forme qu'il occupait dans la plante.

On remarque aussi fréquemment, dans les déserts sablonneux qu'habite la larve du formica-léo, et où cet insecte creuse de petits trous en forme d'entonnoir, que les parois de ces petites habitations ne tardent pas à se consolider, au point qu'il est possible d'enlever d'une seule pièce cet entonnoir qui offre alors une certaine consistance résultant de l'agglutination des

grains siliceux; sur d'autres points, j'ai observé que l'agglutination avait eu lieu spontanément, et que le sable était devenu un grès cohérent.

J'ai remarqué enfin, à la surface de la plupart des végétaux qui croissent dans le désert, des graminées et des palmiers surtout, une incrustation de poussière blanche siliceuse; ces plantes soumises à l'incinération laissent un résidu qui donne, à l'essai par le chalumeau, une scorie vitreuse presque entièrement composée de silice.

Si l'on s'en rapporte aux récits des Beni-Ouassen qui fréquentent le désert de la Thébaïde, on aurait trouvé dans les sables mouvants des hommes entièrement pétrifiés. En présence des nombreuses observations que nous avons recueillies sur les propriétés silicifiantes du sol, il ne nous paraîtrait pas impossible que ce fait fût exact. Il se trouverait, d'ailleurs, confirmé par les observations du docteur Pruner, qui assure avoir vu des fragments de momies de divers animaux, dans lesquels il aurait constaté un commencement de silicification et des incrustations de silice cristallisée enveloppant divers organes.

Les détails qui précèdent ne laissent subsister, à nos yeux, aucun doute sur l'action moléculaire dont n'a cessé de jouir la silice répandue, en si grande abondance, sur le sol de l'Égypte; nous nous regardons dès lors comme autorisé à admettre qu'elle a été déposée par les eaux à l'état d'hydrate, lequel s'est ensuite desséché. Cette circonstance donne à notre opinion sur l'existence des grands courants d'eau minérale à la surface du sol égyptien, lors du cataclysme diluvien, le caractère d'une démonstration.

Nous bornerons ici notre étude des terrains diluviens ou quaternaires. Dans un second mémoire nous indiquerons les principaux courants d'eaux minérales qui ont joué un rôle très-important à la surface du globe, lors des cataclysmes dont l'ensemble constitue l'époque diluvienne, soit en déterminant la fusion instantanée et la dissolution des immenses glaciers occupant, à cette époque, les sommités montagneuses qu'avait dû laisser subsister l'énorme soulèvement des derniers terrains tertiaires, soit en mêlant leurs flots à la masse des eaux des grands lacs suspendus aux flancs des montagnes : telles sont les puissantes nappes d'eaux siliceuses, calcaires et ferrugineuses qui ont pris nécessairement naissance au centre de la chaîne des Alpes, dispersant dans toutes les directions leurs roches

brisées, et allant former les vastes dépôts siliceux de la Dombes et de quelques autres vallées du département de l'Ain, le lehm ou lœss des bords du Rhin, les cailloux argilo-siliceux répandus jusqu'aux portes de Paris, les brèches osseuses des côtes nord de la Méditerranée, le limon des cavernes, les minerais de fer hydraté du Jura et, sur le versant italien des Alpes, les terrains superficiels des environs de Turin et de la vallée du Pô, si bien décrits par MM. Martins et Gastaldi.

M. de Lapparent fait la communication suivante sur le terrain crétacé inférieur dans le nord de la France :

Note sur l'extension du terrain crétacé inférieur dans le nord du bassin parisien ; par M. Albert de Lapparent.

Tout le monde sait que le terrain crétacé inférieur, représenté, dans les environs de Vassy et de Saint-Dizier, par une série très-complète de dépôts, s'amincit rapidement auprès de Bar-le-Duc, et que, dans le voisinage de cette dernière ville, les argiles à Plicatules disparaissent sous les sables verts inférieurs au gault ; ces sables et le gault lui-même cessent bientôt d'affleurer dans les Ardennes, si bien que, dans le voisinage de Maubeuge, on voit le *tourtia*, équivalent de la craie glauconieuse, reposer directement sur les calcaires paléozoïques. De cette manière, les affleurements des couches successives du terrain crétacé inférieur semblent former une série de gradins, où les assises les plus modernes empiètent chaque fois sur les plus anciennes.

D'une manière générale, la disposition des terrains est bien conforme à ce qui vient d'être dit ; il s'en faut, pourtant, que la disparition des étages successifs soit aussi complète qu'on l'avait pensé dans l'origine.

Dès 1831, M. d'Archiac (1) faisait observer que l'*Ostrea aquila* (*Gryphæa sinuata*) était citée par MM. Sauvage et Buvignier (2) comme un des fossiles caractéristiques des minières de Grandpré, dans les Ardennes ; et M. d'Archiac, ayant trouvé dans ces mêmes minières une Térébratule néocomienne, en con-

(1) *Histoire des progrès de la Géologie*, IV, p. 280.
(2) *Statistique minér., géol., etc., du département des Ardennes*, 307.

cluait que l'étage inférieur du système crétacé, au lieu de se terminer dans le département de la Meuse, se prolongeait très-vraisemblablement jusqu'à Grandpré. L'année suivante, M. Buvignier (1) faisait une remarque tout à fait semblable, et ce savant ajoutait que, malgré quelques différences notables, il y avait peut-être lieu de considérer le minerai de Grandpré comme un équivalent rudimentaire du minerai oolithique néocomien de la Haute-Marne, ainsi que des argiles à Plicatules qui le surmontent.

Toutefois, ces deux observations restèrent isolées jusqu'en 1859. A cette époque, M. Albert Gaudry (2) signala, sur la côte du Boulonnais, à Wissant, une argile glauconieuse, inférieure au gault et caractérisée par l'*Ostrea Leymeriei*. Bien que cette détermination ait été un peu contestée, il n'en est pas moins vrai que l'argile de Wissant contient une Huître plate inconnue dans le gault et très-voisine des espèces du terrain néocomien supérieur.

L'analogie que cette circonstance offrait avec les faits observés à Grandpré n'a pas échappé à M. Gaudry ; mais, pour pouvoir en conclure quelque chose relativement à la continuité du terrain néocomien ou de l'étage aptien dans le nord de la France, il fallait que la distance considérable qui sépare le Boulonnais des Ardennes fût raccourcie par quelque observation intermédiaire. C'est ce qui eut lieu en 1862, quand M. Éd. Piette (3) reconnut, dans les environs de Vervins, à Landouzy, à Éparcy, etc., une argile glauconieuse inférieure au gault et contenant en abondance une Huître, de dimensions énormes, qu'il rapportait à l'*O. aquila* géante.

J'ai eu l'occasion, dans ces dernières campagnes, de visiter les gisements de Wissant, de Vervins et de Grandpré ; je ne reviendrai pas sur les deux premiers, n'ayant rien à ajouter aux détails donnés par MM. Piette et Gaudry ; j'insisterai seulement sur celui de Grandpré, qui n'a pas encore été décrit avec une suffisante précision et dont les fossiles ont été cités en bloc, sans distinction de niveaux.

Le meilleur type de ce gisement se présente dans les minières du Bois-des-Loges, à trois kilomètres à l'est de Grand-

---

(1) *Statistique minér., géol.*, etc., *du département de la Meuse*, 513.
(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, XVII, 30.
(3) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., XIX, 946.

pré. Là, au-dessous de la gaize et du gault, se présente la couche glauconieuse, célèbre par ses nodules phosphatés et sa faune de céphalopodes qui rappelle, par sa richesse, celle de Machéroménil et de Saulces-Monclin. Cette couche repose sur une argile ferrugineuse jaunâtre que les ouvriers désignent sous le nom de *mine jaune* et qui est le gisement par excellence de l'*Ostrea aquila* de Grandpré ; elle s'y trouve entière ou en fragments, atteint parfois des dimensions considérables et n'offre nullement les caractères d'un fossile remanié. Avec elle se présentent une Huître plate voisine de l'*O. Leymeriei*, une Huître plissée analogue à l'*O. macroptera*, enfin une petite Gryphée ne se distinguant de la Gryphée virgule que par l'absence des stries et la profondeur de sa carène : c'est l'*O. Tombeckiana*.

Le minerai apparaît sous la mine jaune : c'est un sable formé de grains à peu près égaux de quartz, de glauconie et de peroxyde de fer hydraté, cimentés en quelques points par du spath calcaire, de manière à former des blocs d'un véritable grès, que les ouvriers désignent sous le nom de *crag*. La présence du spath calcaire est importante à noter ; d'une part, elle éloigne le minerai sableux de Grandpré des *sables verts* proprement dits de la Haute-Marne et de la Meuse, d'où l'élément calcaire est toujours absent ; d'autre part, elle se rapproche du *lower green sand* de l'Angleterre et du Boulonnais, où le ciment est constitué par de larges lamelles calcaires qui se révèlent par le miroitement de la roche exposée au soleil.

Le minerai fournit, en quelques points des environs de Grandpré, une ample récolte de fossiles ; les espèces les plus abondantes sont : *Terebratula sella, Rhynchonella lata, Ostrea Tombeckiana ;* on y rencontre aussi un *Cardiaster*, un *Pseudodiadema* et le *Glyphocyphus rugosus* (1). L'abondance des *T. sella R. lata* et *O. Tombeckiana* établit une similitude frappante entre le minerai de Grandpré et celui de Narcy, dans la Haute-Marne ; là aussi ces trois fossiles dominent dans les argiles à *O. aquila* qui recouvrent immédiatement le minerai, lequel appartient sans contestation à la couche oolithique néoco-

(1) Ce dernier fossile a été décrit, dans la *Paléontologie française*, comme provenant du *cénomanien* de Grandpré ; cette attribution ne peut résulter que d'une erreur matérielle, car il n'y a pas de sables cénomaniens à Grandpré, et le *Glyphocyphus* ne s'y trouve qu'à un seul niveau, celui du minerai de fer.

mienne. Toutes les raisons paraissent donc se réunir pour légitimer l'assimilation que nous croyons devoir faire ici de ces deux minerais. Par suite, les sables à peroxyde de fer de Grandpré appartiendraient au terrain *néocomien supérieur* et la *mine jaune* à *O. aquila* qui les surmonte représenterait la zone des argiles à Plicatules; l'ensemble de ces deux couches devrait d'ailleurs être rapporté à l'étage *aptien* tel que le comprend aujourd'hui M. Coquand (1), qui le fait descendre jusqu'aux argiles ostréennes.

Les trois gisements de Grandpré, de Vervins et de Wissant sont disposés le long d'une ligne qui, partant de la Meuse et épousant la courbure du bassin parisien, va rejoindre la pointe du bas Boulonnais; il est donc probable qu'en suivant cette direction on doit pouvoir retrouver, en divers points, des gisements analogues; nous croyons en avoir observé deux dans le Boulonnais; tous deux sont situés au pied de la falaise crétacée qui forme la limite septentrionale de cette intéressante région.

Le premier est celui de Moyecques. On exploite à ciel ouvert, auprès de ce hameau, un minerai de fer dévonien, et la surface de la carrière est occupée par les couches horizontales de l'argile du gault. Mais, entre cette argile et les assises paléozoïques fortement redressées, se présente une sorte de poudingue à gros fragments de peroxyde de fer, cimenté par du calcaire spathique et contenant des Huîtres, fort difficiles à déterminer, qui paraissent être d'assez grandes Exogyres.

L'autre gisement est celui du bois de Beaulieu, près de Caffiers, à l'angle nord-est du Boulonnais. Là, sous l'argile du gault, bien caractérisée par ses nodules et ses Ammonites, apparaît un poudingue ferrugineux qui repose sur des sables identiques avec ceux qu'on observe dans le reste de la contrée et qu'on a, jusqu'ici, qualifiés de néocomiens. Le poudingue, exploité comme minerai, est à ciment calcaire et contient des fragments de grandes Huîtres.

Ces deux gisements nous paraissent réunir, sous une forme plus ou moins rudimentaire, les caractères principaux qui distinguent Grandpré, c'est-à-dire la présence de l'oxyde de fer, celle du ciment calcaire spathique, enfin celle des grandes

---

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., XIII, 560.

Huîtres. Nous croyons donc qu'il est permis de les considérer comme appartenant à une bande de terrain néocomien supérieur qui s'étendrait, sans interruption, depuis l'Ardenne jusqu'à Wissant.

Cette continuité se poursuit-elle sur la bordure occidentale du bassin parisien ? C'est ce qu'on pourrait être tenté de croire, au premier abord, en examinant le poudingue ferrugineux du cap de la Hève. On sait que ce poudingue, situé sous une marne noire avec fossiles du gault, est séparé du terrain jurassique par une puissante assise de sables jaunes micacés. Le fossile le plus caractéristique du poudingue est une grande Huître que M. Lennier, conservateur du musée du Havre, a trouvée en divers points des falaises et qu'on a rapportée à l'*O. aquila*, variété géante. Cette Huître a été observée, au même niveau, à Trouville, par M. de Chancourtois, et M. Lennier l'a encore recueillie entre Trouville et Honfleur. Elle forme donc un horizon bien constant; en outre, son état de conservation ne permet pas d'imaginer un remaniement dont on serait, d'ailleurs, fort embarrassé d'indiquer l'origine.

Il semble, d'après cela, qu'on devrait réunir le poudingue ferrugineux de la Hève à l'étage aptien. Mais les fossiles recueillis dans la masse même du poudingue, au-dessous de l'*O. aquila*, démentent cette conclusion. Ainsi, M. Lennier y signale l'association des *Thetis lævigata* et *Nautilus Bouchardianus* avec l'*Ammonites Deluci*, l'une des espèces les plus caractéristiques du gault.

Cette association serait de nature à nous jeter dans une grande perplexité si nous n'avions un exemple semblable à l'autre extrémité du bassin parisien, dans les sables ferrugineux de la Puisaye, près d'Auxerre. Les géologues sont aujourd'hui d'accord pour classer ces sables, avec leurs argiles subordonnées, dans le gault, dont ils renferment les fossiles; or, ils contiennent de grandes *Ostrea aquila* tout à fait semblables à celles de la Hève, et cela, à un niveau supérieur à celui des *Arca fibrosa* et des *Nucula pectinata*. Le *Thetis lævigata* s'y trouve également. N'est-il donc pas naturel d'en conclure que le poudingue ferrugineux de la Hève et les sables de la Puisaye ne sont qu'un même facies littoral du gault, particulier à la bordure méridionale et occidentale du bassin, le long de laquelle il se poursuit avec des caractères constants, ainsi qu'on peut le constater dans la Nièvre et dans le Cher, où les sables et

grès ferrugineux, classés dans le gault par M. Ébray (1), sont si développés dans les environs d'Allogny, de Vierzon et de Graçay? On sait, d'ailleurs, à quel point les sédiments sableux et ferrugineux dominent dans le terrain crétacé de l'Ouest, puisqu'ils envahissent dans le Maine jusqu'à l'étage crétacé supérieur.

Ce qui semble prouver encore que le poudingue de la Hève n'est qu'un accident littoral, c'est qu'on n'en retrouve plus de traces dans le pays de Bray, où le gault reprend son caractère normal d'argile téguline avec Ammonites et repose sur des sables verts identiques avec ceux de la Haute-Marne, comme nous l'avons établi dans un précédent travail (2). De plus, l'argile à Plicatules manque dans le nord du Bray, où les sables verts succèdent immédiatement aux argiles roses marbrées, et, si elle existe dans le sud, où M. Graves a signalé l'*O. aquila*, ce n'est que sous un état assez rudimentaire. Il se pourrait donc que l'affleurement occidental extrême de l'étage aptien fût limité par une ligne courbe allant d'Auxerre à la pointe méridionale du Bray. Le gault seul se serait étendu plus loin, mais avec des caractères spéciaux favorables à la migration des grandes Huîtres aptiennes. Le sondage artésien de la Butte-aux-Cailles fournira de précieuses données à cet égard, en nous apprenant si les argiles à Plicatules s'étendent sous Paris.

Ce ne sont là, du reste, que des conjectures, dont il serait téméraire d'exagérer la valeur. Quant aux conclusions relatives à la partie septentrionale du bassin, nous croyons qu'elles ont une probabilité beaucoup plus grande et qu'on peut, sans trop se hasarder, considérer la ligne jalonnée par les gisements de Grandpré, de Vervins et du Boulonnais, comme le chemin par lequel la faune du *lower green sand* d'Angleterre était en communication avec les bassins néocomiens de l'est et du sud-est de la France.

Après quelques observations de MM. Delanoüe et Belgrand,

M. Jannettaz fait la communication suivante sur un nouveau minéral du Japon :

---

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, XX, p. 209.
(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., XXIV, p. 228.

Note sur une forme nouvelle d'un Clinochlore du Japon;
par M. Éd. Jannettaz.

Dans une collection de minéraux rapportée du Japon, et que M. Decaisne, professeur au Muséum, m'a prié de déterminer, j'ai rencontré un échantillon, malheureusement unique, dont l'aspect m'a tout d'abord surpris.

On aperçoit au milieu d'une roche tendre, noirâtre, une rosace d'environ 5 millimètres de diamètre et d'une symétrie remarquable. Un hexagone d'environ 1 millimètre et demi de diamètre, d'un blanc verdâtre, à éclat brillant comme celui des diallages ou des micas, en occupe le centre. Il est entouré d'un anneau polygonal, à contours semblables et concentriques, mais de couleur noire, formé par la roche qui lui sert de gangue. En dehors de cet anneau hexagonal noirâtre, rayonnent six fragments de secteurs, dont quelques-uns ont la forme d'hexagones allongés.

Les secteurs sont composés aussi de la matière centrale brillante, et séparés les uns des autres par la gangue commune. Telle est la section transversale de cette matière qui semble avoir plié sa gangue à sa forme cristalline, comme le fait ordinairement la variété d'andalousite, appelée *Mâcle* ou *Chiastolite*. La section longitudinale montre que la masse cristallisée est formée par des prismes, dont la cassure est vitreuse dans le sens de la longueur.

La roche fond en un globule vitreux d'un vert plus ou moins foncé, suivant la place où l'on a choisi le fragment que l'on soumet au dard du chalumeau. Pulvérisée ou écrasée avec le marteau, elle a un aspect terreux, et la poudre, vue à un fort grossissement, apparaît composée de mica et d'une matière argileuse et informe.

Je n'y vois qu'une argile micacée. Est-elle schisteuse? Comme l'échantillon que j'ai à ma disposition n'a guère plus d'un centimètre cube de volume, je ne puis répondre à cette question.

La matière cristallisée est très-facilement clivable, parallèlement à sa section transversale.

Les lamelles de clivage, très-étroites, sont rhombiques ou hexagonales. On voit par leur très-petit diamètre, que l'hexagone central et les secteurs extérieurs sont eux-mêmes des groupements d'éléments plus petits, d'une symétrie analogue,

Au chalumeau, la matière fond facilement, sans s'exfolier, en un globule d'un vert assez foncé. La poussière est plus onctueuse que celle de la roche; dans le tube fermé, elle dégage un peu d'eau.

Observées sous le microscope d'Amici, les lamelles apparaissent comme biréfringentes, et, de plus, elles offrent deux régions colorées. En inclinant la plaque qui porte ces lamelles, on remarque qu'elles se colorent dans une plus grande étendue; j'ai pu même apercevoir une ligne noire qui coupait les anneaux.

Après avoir dissous quelques-unes de ces petites lames rhombiques, et après avoir séparé de la dissolution un peu d'oxyde de fer, j'ai pu y constater la présence de l'alumine.

Il faut, d'après ces caractères, rapporter cette matière aux micas à axes écartés, ou aux clinochlores. Un groupement analogue a été signalé dans plusieurs des substances du dernier groupe; mais c'est principalement l'étude des phénomènes optiques qui a dévoilé la structure complexe de certains clinochlores. Ici le groupement est rendu visible par le mélange de la roche qui s'est mariée à ce groupe cristallin, sans en altérer la symétrie. Il faudra d'autres échantillons pour vérifier cette première détermination.

C'est principalement à cause de l'inclinaison qu'il faut donner aux lamelles pour y distinguer une ligne noire, perpendiculaire aux bandes colorées, c'est aussi à cause du toucher un peu onctueux de leur poussière, que j'ai regardé ce petit groupe cristallin comme une variété de clinochlore.

Le Secrétaire présente la note suivante de M. Coquand :

De l'étage des marnes irisées et de l'étage rhétien (couches à Avicula contorta) *dans les environs de Montferrat (Var), et de leur séparation au moyen du* bone-bed; par M. H. Coquand (Pl. IV).

La connaissance d'un terrain ne peut être complète qu'à la condition de s'appuyer sur beaucoup de travaux de détail. La pénurie de ce genre de travaux est ordinairement d'autant plus grande que le terrain à décrire occupe une surface plus considérable, qu'il est plus tourmenté, qu'il manque de géologues locaux, ou bien que les éléments pétrographiques dont il est composé sont susceptibles de varier sur des points très-rap-

prochés les uns des autres, et ne peuvent, à défaut de fossiles, être définis à l'aide d'une formule commune à la formation tout entière. Ces remarques sont plus spécialement applicables à certains terrains des Alpes provençales, sur lesquels, malgré ou à cause de quelques travaux généraux accompagnés de cartes, mais rédigés à une époque où les questions géologiques n'avaient pas encore atteint le degré de précision auquel elles sont arrivées depuis, il n'existe que quelques rares mémoires dans lesquels, en dehors de leur mérite intrinsèque, on chercherait vainement à saisir les rapports d'ensemble qui relient entre elles les diverses parties dont est constituée leur charpente géologique.

En effet, il n'y a qu'à consulter les statistiques minéralogiques des départements dont est formée l'ancienne Provence pour s'assurer de leur insuffisance relativement à tout ce qui touche à l'établissement et à la délimitation des divers étages des formations secondaires et tertiaires.

Est-il utile de rappeler ici de nouveau que le plus grand nombre des géologues n'a reconnu à notre trias que les deux étages inférieurs, le grès bigarré et le muschelkalk, quand celui des marnes irisées y occupait une si belle place, ainsi que nous l'établissions en 1837 (1) et en 1846 (2); qu'on ne reconnaissait pour base du terrain jurassique dans la Provence maritime que le lias moyen, lorsque l'équivalent du calcaire à Gryphées arquées et l'infra-lias y avaient leur représentant au-dessus des bancs à *Avicula contorta;* que la craie supérieure en était proscrite, lorsque la craie de Villedieu y était personnifiée par une faune qui rappelle d'une manière si frappante celle de Gosau, et que la craie blanche de Meudon trouvait son équivalent synchronique dans les lignites lacustres de Provence? Les terrains de la série tertiaire étaient plus maltraités encore; car non-seulement on s'obstinait à ne voir dans les lignites crétacés des environs de Marseille que du terrain miocène, mais on déniait même l'existence d'un éocène; et l'éocène vrai, avec les Nummulites et sa faune du calcaire grossier de Paris, on le refoulait dans la craie supérieure; de sorte que l'on imposait une craie blanche, d'origine marine, à une région qui ne la possédait pas, qu'on lui retirait l'éocène qu'elle possède réellement,

(1) Coquand, *Cours de géologie professé au Muséum d'Aix.*

(2) Coquand, *Sur un gisement de gypse au cap Argentaro.* (*Bull.*, 2e série, t. III).

et qu'on reléguait dans le miocène la craie de Villedieu avec *Ammonites polyopsis* et toutes les couches crétacées qui la surmontent.

Dans des travaux qui remontent déjà à une trentaine d'années, M. Matheron et moi, nous n'avons cessé de protester contre ces dénis de justice ; mais nos efforts ont échoué contre le parti pris par une certaine classe de géologues de juger plutôt d'après l'autorité que d'après les faits. Ce n'est que dans ces dernières années que réparation nous a été partiellement rendue.

Depuis qu'à la suite des importantes découvertes de M. l'abbé Vallet dans la Tarentaise le prolongement des bancs d'*Avicula contorta* a été signalé par M. Hébert dans les environs de Digne, et par moi jusque sur le littoral de la Méditerranée, on s'était borné plutôt à citer des noms de localités qu'à fournir des descriptions détaillées. M. Dieulafait a comblé fort heureusement en partie cette lacune par plusieurs Mémoires insérés dans le *Bulletin*, et dont le plus récent, qui a la date du 6 mai dernier, a l'avantage de préciser d'une manière plus exacte les caractères généraux des bancs qui séparent, dans la Provence, le lias moyen des marnes irisées. Cette expression de caractères généraux est peut-être d'une application difficile pour un étage qui, comme celui du keuper, est un véritable Protée minéralogique, et dans lequel calcaires travertineux, dolomies, calcaires magnésiens, marnes bariolées, gypses, houille, fer carbonaté, roches de ciment et de chaux hydrauliques sont représentés sur un point, manquent sur un autre, ou se remplacent mutuellement.

C'est justement à cause de la variabilité infinie de ces éléments et des dérangements violents dont le keuper a été le théâtre dans le département du Var, qu'il m'a paru utile de décrire une région très-intéressante dont je viens de terminer l'étude entre Toulon et Nice, et dans laquelle il serait bien difficile de reconnaître, à part la position stratigraphique, le type des marnes irisées des environs d'Auriol et de Roquevaire dans les Bouches-du-Rhône, et même celui des alentours de Toulon.

Cette région, située au-dessus du village de Montferrat, à 16 kilomètres au N. de Draguignan, et qui traverse la route de Castellane, est connue sous les noms des quartiers de Saint-Pons et de la Madeleine. Montferrat, qui doit son nom à des mines de fer gisant dans son territoire, est bâti au confluent de

divers ruisseaux qui forment la rivière de Narturby. Ces affluents, dont les plus importants sont ceux du Baudron et de la Madeleine, ont leur source dans les marnes irisées que l'on voit émerger, dans toutes les dépressions du sol, de dessous les grandes assises jurassiques qui forment le premier gradin montagneux des Alpes provençales, et qu'on peut considérer comme la façade des Basses-Alpes. A partir du lias moyen, le terrain oolithique est formé de puissantes masses de calcaires fendillés, généralement dépourvus d'argiles, et à travers lesquelles les eaux pénètrent jusqu'au niveau des marnes irisées qui les amènent à la surface. La roche, qui affleure dans les parties les plus basses de la vallée, est le gypse avec les argiles bariolées qui lui servent d'escorte; ce n'est que dans les environs de Draguignan que le Narturby entame le muschelkalk, le keuper se trouvant déjà à mi-hauteur sur les flancs des coteaux.

Le keuper que nous décrivons se recommande par trois particularités qui lui sont spéciales, du moins dans une partie du département du Var : nous voulons parler des couches de houille, des rognons de fer carbonaté et des bancs de ciment naturel que l'on observe à la partie supérieure des argiles gypsifères, et que l'on peut considérer comme des substances subordonnées. Toutes ces roches sont incontestablement placées au-dessous des cargneules keupériennes dont nous parlerons bientôt, donc, *à fortiori*, bien au-dessous des premiers bancs à *Avicula contorta*. Aussi notre étonnement a-t-il été très-grand de voir M. Dieulafait (*Bull.*, 2e série, t. XXIV, p. 606) placer le charbon minéral exclusivement dans la zone à *Avicula contorta*. Nous n'affirmons rien pour les gisements de Cotignac et de Carros, que nous n'avons pas encore eu l'occasion de visiter; pour ceux de Montferrat, de Châteaudouble, de Bargemont et de Seillans que nous avons fait exploiter, que nous avons explorés pas à pas pendant plus de deux mois consécutifs, et dont nous avons dû mesurer l'épaisseur des couches à 1 millimètre près, nous nous croyons en droit d'être on ne peut plus affirmatif, et nous pensons que M. Dieulafait, quand il a parcouru la contrée, n'aura pu donner le temps nécessaire à son exploration, ou bien qu'il aura été trompé par un renversement sur la succession normale des couches. Cela ressortira clairement de nos coupes et des détails qui vont suivre.

Nous devons dire aussi que, dans le vallon de la Madeleine et dans le haut Narturby, les divers bancs du keuper de la zone à *Avicula contorta* ont subi des inflexions, des contournements

si énergiques, qu'il faut une attention toute particulière et une certaine habitude de l'étude des grandes montagnes pour pouvoir saisir leur ordre véritable et ne pas être exposé à proclamer des récurrences de faunes ou des interversions d'étages, là où il n'existe en réalité que des ploiements en forme de chevrons ou de simples renversements de couches.

La rivière de Narturby prend naissance dans les contre-forts calcaires qui séparent les eaux tributaires de la Durance de celles qui se déversent directement dans la Méditerranée; et un peu au-dessus de la Madeleine, où elle s'affranchit du terrain jurassique, elle pénètre dans un riant vallon ouvert au milieu de terrains de consistance friable qui présentent une série variée de bancs à partir du gypse, qui en constitue la partie visible la plus inférieure jusqu'au lias moyen, dont nous ne dépasserons pas le niveau dans notre étude.

Pour procéder méthodiquement à leur inventaire, nous prendrons pour point de départ le confluent de Narturby et du torrent de la Madeleine, et nous remonterons la montagne jusqu'au château ruiné d'Espérel, dont les fondations sont assises sur les bancs à *Ostrea cymbium*. Nous aurons à distinguer dans cette revue trois termes distincts, dont l'un appartient à l'étage des marnes irisées, le deuxième à l'étage rhétien (couches à *Avicula contorta*), et le troisième à celui du lias inférieur.

Jusqu'à présent, la séparation de ces trois termes, dans le midi de la France, a été plutôt une affaire de convenance, suivant le point de vue spécial où chaque auteur se plaçait, que l'expression d'une sentence rendue en vertu d'arguments scientifiques. Comme les corps organisés ne commencent à apparaître, au-dessus de certaines argiles sans fossiles, qu'à des hauteurs susceptibles de varier d'une localité à l'autre, on a pris l'habitude de déterminer les marnes irisées au niveau des premiers calcaires renfermant l'*Avicula contorta*, sans avoir pu établir d'une manière bien précise si plusieurs bancs placés au-dessous de ces premiers bancs étaient, ou non, une dépendance du keuper.

Nous avons été plus heureux dans nos dernières recherches aux environs de Montferrat, et, grâce à la découverte que nous y avons faite du conglomérat avec ossements de reptiles et de poissons (*bone-bed* des Anglais), découverte qui dote la Provence d'un horizon précieux qui lui manquait jusqu'ici, la limite entre le keuper et la zone à *Avicula contorta* peut s'opérer avec précision et servir à généraliser les conditions identiques qui

ont présidé au dépôt de ces deux étages dans une grande partie de l'Europe.

Le gypse B (Pl. IV, fig. 1), avec ses argiles concomitantes A, forme à la base des marnes irisées des amas considérables, dont la puissance, dans les parties renflées, dépasse une trentaine de mètres, et sur lesquels les argiles qui les recouvrent semblent s'être modelées, tant elles en suivent servilement toutes les inflexions. La description des variétés que présente cette roche, tant sous le rapport de la structure que sous celui de la couleur, serait sans intérêt, et ne reproduirait que des détails connus de tous les géologues. Il nous suffira de faire remarquer qu'elle est très-nettement stratifiée, et que la stratification se trahit partout par des alternances plusieurs fois répétées de couches minces ou de bancs de gypse, tantôt blanc comme l'albâtre, tantôt rouge comme le corail, tantôt gris ou noirâtre, avec des assises d'argiles bariolées, mais chez lesquelles les teintes rouges et vertes prédominent.

On peut s'assurer de ces allures sur le chemin qui relie le château de la Madeleine à la route de Draguignan, dans toute la longueur du vallon de la Madeleine, dont le fond et une partie des berges sont entièrement occupés par le sulfate de chaux, dans Montferrat même et dans le quartier de Bivouasque, à l'ouest de ce village. En suivant la rivière de Narturby jusqu'à Draguignan, on recoupe de distance en distance des amas de gypse, dont le plus formidable, qu'on peut suivre sur une longueur de plusieurs kilomètres, est sans contredit celui qui est exploité presque en face du village de Châteaudouble.

Comme roche subordonnée aux argiles gypsifères, on remarque presque à la partie supérieure du système un banc de cargneule grise C, d'un mètre d'épaisseur environ, à cloisons minces et très-rapprochées, et dont l'intérieur est rempli d'une dolomie terreuse, qui, dans les surfaces exposées aux injures atmosphériques, s'échappe de la prison dans laquelle elle était enfermée, en donnant naissance à un de ces calcaires cloisonnés que l'on retrouve en si grande abondance dans la Provence méridionale, depuis le muschelkalk jusqu'au-dessous du lias moyen. La cargneule dont nous parlons, et qu'il ne faut pas confondre avec celles que nous trouverons à des niveaux plus élevés, est engagée dans l'épaisseur même des gypses et affleure dans le lit de Narturby, un peu au-dessus de la mine de charbon Saint-Auguste, presqu'en face du moulin, où elle constitue des masses spongieuses, ou bien se subdivise en pla-

quelles régulièrement stratifiées, dont quelques-unes, vers les points de contact, alternent avec des couches minces de gypse. Nous l'avons observée également dans la plâtrière de Château-double, où elle paraît même se montrer à différents niveaux.

Elle est recouverte par 3 mètres de gypse grisâtre D.

Immédiatement au-dessus, on observe une assise d'un calcaire dolomitique jaunâtre E, de consistance terreuse et friable, s'écrasant facilement à l'attaque du marteau et se convertissant à la surface en une espèce de sable argileux fin, mais conservant néanmoins quelque rudesse au toucher. Ce calcaire est disposé en couches confusément stratifiées, et a une puissance moyenne de 4 mètres environ, qui, dans quelques parties renflées, atteint exceptionnellement 7 mètres. Il est traversé par des feuillets de chaux carbonatée spathique, minces comme une feuille de papier, se croisant dans tous les sens, et dont la disposition réticulée imite un filet à larges mailles. Lorsque ces feuillets sont très-rapprochés les uns des autres, les dimensions des compartiments deviennent naturellement moins spacieuses, et on voit alors la masse passer insensiblement à une véritable cargneule, dans laquelle il serait difficile de reconnaître un représentant de la roche primitive, si on n'avait pu constater et suivre pas à pas sur le terrain le passage le mieux ménagé de l'une à l'autre. La roche jaunâtre est un véritable ciment naturel qui, outre les qualités communes qu'elle peut partager avec les autres ciments, en possède une spéciale qui réside dans sa couleur jaune chamois, laquelle, pour les façades, reproduit celle de la pierre naturelle et leur donne une teinte très-agréable à l'œil.

Toutefois nous devons ajouter que la teinte jaune, qui domine toujours, se trouve souillée, de distance en distance, par des plaques ou taches blanches irrégulières. Ce défaut est dû à l'interposition, dans la masse du ciment, des feuillets de carbonate de chaux dont nous avons parlé, ainsi qu'à l'existence de quelques géodes calcaires dont un triage attentif ne parvient point à le débarrasser complétement. Le carbonate de chaux se transforme en chaux vive dans le four et se répand ensuite dans le ciment, quand on le gâche, en lait de chaux qui badigeonne en blanc une portion de la surface des façades, et ne tarde pas à se convertir en carbonate de chaux insoluble par sa combinaison avec l'acide carbonique de l'air. Je pense qu'on pourrait faire disparaître ces souillures par un ponçage super-

ficiel après l'accomplissement de ce phénomène chimique, auquel il est impossible de s'opposer.

Les ciments le plus généralement employés jusqu'ici appartiennent, comme ceux de Vassy et de Pouilly, au lias, comme celui de la Porte-de-France au terrain jurassique, au calcaire de Portland, à l'étage aptien, comme ceux de Roquefort et de la Bedoule, ou bien à la craie supérieure (terrain à lignite de Fuveau), comme ceux de la Valentine et de la Méditerranée. On ne connaissait point encore de ciment dans l'étage keuperien, et c'est à M. d'Espérel père que revient le mérite de cette découverte.

L'aspect extérieur du ciment naturel de la Madeleine, et surtout son gisement au sein des marnes irisées, m'a suggéré l'idée d'y rechercher la magnésie, et j'ai reconnu que cette base y existait en proportion notable, ainsi que le montre le résultat de l'analyse que j'en ai faite :

Eau	2, »	100
Sable et argile	17,17	
Alumine et oxyde de fer	5,30	
Carbonate de chaux	56,50	
— de magnésie	19,03	

La silice intervient dans la proportion de 40 parties pour 100 de chaux et de magnésie. Sur quelques points, et sans que rien puisse l'annoncer extérieurement, la quantité de fer augmente dans des proportions considérables, et on est fort surpris de rencontrer des incuits que leur couleur rougeâtre et leur poids font reconnaître comme fer carbonaté. Cela s'explique par la propriété qu'ont le protoxyde de fer, la chaux et la magnésie, de se substituer les uns aux autres dans le groupe du fer carbonaté.

La pierre à ciment est recouverte par 2 mètres d'un calcaire également magnésien F, de couleur un peu plus blanchâtre, et dont il est difficile de le séparer. Il se débite en petites plaquettes, de friabilité très-grande, fait pâte avec l'eau à la manière de certaines argiles, et il n'est susceptible d'aucune application utile ; seulement il encombre les chantiers d'un déblai stérile et abondant dont il convient de le débarrasser. Le ciment contient, sous forme de traînées irrégulières, une brèche composée de petits fragments anguleux calcaires à peine agglutinés, de couleur jaune brunâtre, et ressemblant à ces matériaux incohérents que l'on remarque souvent dans les dépôts

travertineux modernes. La brèche passe quelquefois à un véritable poudingue, lorsque les fragments ont été arrondis par les eaux; mais ce n'est là qu'un accident local et sans importance.

Comme je le faisais remarquer plus haut, le ciment naturel n'est guère qu'une manière d'être particulière d'une véritable cargneule; or, rien n'est variable comme la cargneule, soit dans sa texture, soit dans son épaisseur, soit dans sa composition, et naturellement la pierre à ciment suit dans ses allures des variations analogues. Ainsi, sur la berge gauche du vallon de la Madeleine, où elle se montre dans son épanouissement le plus respectable, l'épaisseur exceptionnelle de 7 mètres que l'on constate dans la partie renflée de la carrière principale descend brusquement à 4, à une soixantaine de mètres en amont; puis, à une portée de fusil, elle se réduit à une traînée insignifiante, au-dessus des gypses blancs que l'on observe au haut du vallon, et le ciment se convertit graduellement en une cargneule jaunâtre qui en a la couleur, en occupe la place, mais qui est impropre à la fabrication du ciment. Il en est de même en aval, dans la carrière ouverte au-dessous de l'aqueduc, où le front d'abatage n'a plus que 4 mètres, puis 2, au-dessus des affleurements charbonneux, dans le ruisseau même de Narturby. Son prolongement au-dessous de la terre végétale n'est indiqué que par des cargneules jaunes qui ont résisté à la désagrégation plus que les parties terreuses. Enfin, sur la route rectifiée de Castellane à Draguignan, entre l'embranchement de la route de Bargemont et l'amorce de la rectification, le gisement de ciment est représenté par 1 mètre de cargneule solide à la base, et, à sa partie supérieure, par 1 mètre de ciment exploitable. Et ces modifications s'opèrent sur un rayon d'environ deux kilomètres!

A ces inconvénients, tenant aux irrégularités dans les allures et dans la composition, s'ajoute un inconvénient bien plus grave encore, consistant en ce que le cube des pierres de ciment qui sont supérieures au niveau des eaux de la Madeleine s'élève à peine à 1,100 mètres, pouvant suffire à une production de 3 tonnes par jour pendant une année, et qu'après le dérasement de ce cube il conviendra de recourir à des travaux souterrains dont une marchandise vile comme le ciment est incapable de supporter les charges, et qui placeront celui d'Espérel dans l'impossibilité, malgré ses excellentes qualités, de lutter contre les gisements puissants et économiquement approvisionnés de

la Bedoule, de la Valentine, de la Porte-de-France et de Portland.

La roche à ciment avec les plaquettes supérieures est surmontée par 5 mètres environ d'argiles bariolées G, alternant avec des gypses rouges et grisâtres, ainsi qu'on peut le remarquer entre la carrière de l'Aqueduc et le château de la Madeleine.

Vient ensuite un nouveau niveau de cargneule verdâtre H, de 1^{m},50 à 2 mètres d'épaisseur, qu'il est impossible, à cause de sa couleur spéciale, de confondre avec aucune autre cargneule de la contrée, et dont la présence sert à établir une séparation tranchée entre les grands amas de gypse et les argiles charbonneuses par lesquelles les roches gypseuses se terminent. Le fond de la roche est une dolomie à grains fins, remplie de géodes tapissées de cristaux de carbonate de chaux, et tellement criblée de vacuoles qu'on serait tenté au premier coup d'œil de la prendre pour un produit volcanique. Les maisons de ferme de la Madeleine sont bâties sur cette cargneule, et on peut la suivre sans interruption sur tout le flanc gauche du vallon de la Madeleine, dans le chemin qui du château conduit à la route de Draguignan, ainsi que dans les alentours de Montferrat.

Aux cargneules vertes succède un système d'argiles grisâtres ou noirâtres I, puissant de près de 15 mètres, et qui est remarquable par les roches subordonnées qu'il contient, et qui toutes, chose étonnante, s'y trouvent noyées sous forme de rognons isolés, de volume variable. Ces roches sont la houille, le fer carbonaté et le gypse. La houille tient la première place, à cause de son abondance relative d'abord, et ensuite à cause de l'importance industrielle à laquelle elle pourrait être appelée, surtout dans un terrain à éléments hydrauliques. Les travaux de recherches exécutés à des périodes diverses consistent en un certain nombre de galeries que l'on a ouvertes sur trois points différents : le premier, à l'ouest, au-dessus de la maison d'habitation, dit la mine de Sainte-Gabrielle; le deuxième, à l'est, au niveau de la rivière de Narturby, un peu au-dessous des ruines de Saint-Pons, dit mine de Saint-Auguste; et le troisième, au haut du vallon de la Madeleine, dit mine de la Ginestière. Les fouilles entreprises sur ces divers centres n'ont pu conduire à la découverte d'une couche réglée de charbon, mais bien à celle de rognons plus ou moins espacés, et qui, une fois enlevés, faisaient retomber dans des argiles stériles. Ce combustible se présente généralement sous la forme d'une masse

grenue, très-friable, d'un noir louche tirant sur la couleur de la plombagine, s'égrenant avec la plus grande facilité sous les doigts, et contenant çà et là quelques nœuds d'une houille lamellaire, d'un noir grisâtre, qui le sépare en fragments cuboïdes. On croirait quelquefois avoir sous les yeux du charbon laminaire, tant les joints de clivage réfléchissent vivement la lumière; mais ce miroitement est trompeur; il est dû à l'interposition de lames très-minces et transparentes de chaux sulfatée, dont il est facile de connaître la nature en broyant l'échantillon. La poussière montre alors, et en très-grande abondance, une substance blanche qui n'est autre chose que du gypse. Dans les essais à un feu de forge, on est fort surpris d'obtenir un résidu spongieux blanc de lait, qui s'élève de 50 à 60 pour 100 de la masse essayée, et qui se présente sous la forme d'une carcasse cloisonnée de plâtre dans les alvéoles de laquelle s'était logée la partie charbonneuse. Cette concomitance du gypse et de la houille, à part quelques exceptions, est un fait constant, et il n'est pas rare de recueillir des échantillons chez lesquels ces deux substances alternent régulièrement, en imitant assez fidèlement la disposition de certaines étoffes de deuil, en bandes alternativement blanches et noires. Quelques morceaux de premier choix brûlent avec flamme longue, mais sans boursouffler, en laissant un résidu très-abondant, provenant de l'argile avec laquelle ils sont mélangés dans une grande proportion.

Dire que la houille est dispersée au milieu de l'argile, sans toit ni mur, c'est annoncer par là qu'elle est très-pyriteuse. La pyrite de fer, en effet, s'y trouve disséminée en rognons ou en particules très-fines et très-divisées. Une fois exposée à l'air, elle s'échauffe et finit par enflammer les tas exposés sur les haldes. Jusqu'à ce jour, les travaux de recherches anciens, ceux que j'ai fait exécuter moi-même, pas plus que les nombreux affleurements que les rectifications de la route nouvelle ont mis à découvert sur une étendue considérable, n'ont dévoilé l'existence d'une seule couche réglée qui, abstraction faite de la qualité du combustible, pût permettre de compter sur une production régulière. Les rognons ou nids de houille, dont quelques-uns dépassent 1 mètre de diamètre, se trouvent dispersés sans ordre dans une roche ébouleuse, épaisse de plus de 12 mètres, à travers laquelle il est difficile, pour ne pas dire impossible, de se diriger. On comprend dès lors que, tant que l'on n'aura pas eu la bonne fortune de rencontrer des bancs ré-

guliers, l'exploitation, qu'aucun indice certain ne peut guider, marchera au hasard, restera une exploitation d'aventure, productive aujourd'hui, stérile demain, et qui, si les choses ne devaient pas changer, conduirait fatalement à abattre la masse entière des argiles pour la débarrasser de ce qu'on pourrait appeler à juste titre ses *blocs erratiques* de houille. Or, si les blocs de 1 mètre sont déjà une exception, par contre le plus grand nombre excède rarement 25 ou 20 centimètres, et on en trouve beaucoup encore au-dessous de cette modeste dimension. A en juger par la quantité énorme des argiles accumulées sur les haldes, et m'en rapportant à une expérience faite directement par moi dans une galerie que j'ai fait ouvrir au centre même des couches charbonneuses, on peut à peine compter sur 1 mètre de charbon par 50 mètres d'argiles extraites, et on ne peut fixer au-dessous de dix francs l'enlèvement de 1 mètre cube de roche.

Quoi qu'il en soit, ce gisement houiller, qui est si remarquable par la disposition isolée des nids de houille qu'il renferme, et le seul que je connaisse de ce genre, se poursuit avec les mêmes allures dans les communes voisines de Montferrat, de Châteaudouble, de Bargemont, de Seillans et de Fayence. Il rappelle, quoique dans des conditions moins favorables d'exploitation, les gisements, de même nature et du même âge, de Corcelles, de Souhenans et de Semonval, dans la Haute-Saône (1), subordonnés également aux dépôts gypseux et immédiatement placés au-dessus d'eux. Seulement, dans cette partie de la France, la houille se présente en couches variant de $0^m,60$ à $0^m,80$. On sait aussi qu'à Noroy, près de Vittel en Lorraine, on a exploité, dans les marnes irisées, une couche de houille de $0^m,40$, et que cette couche se rencontre à Morchange et à Walmünster, dans la Moselle (2).

Le fer carbonaté lithoïde est répandu avec bien moins de profusion que la houille; comme elle, il est noyé sans ordre et en rognons perdus au milieu des argiles. Les plus volumineux, mais ils sont rares, atteignent quelquefois les dimensions d'un demi-mètre cube, et les moyens celles d'une boule à jouer. Leur surface est lisse ou tuberculeuse, et recouverte d'une patine noirâtre, tandis que la masse, que le premier coup de marteau fait éclater en fragments polyédriques et avec cassure

(1) Thirria, *Statistique de la Haute-Saône*, p. 297.
(2) *Explication de la carte géologique de la France*, t. II, p. 59.

conchoïdale, consiste en une substance pierreuse, jaune nankin, ou d'un blond pâle, que, sans sa pesanteur et sa composition, on serait tenté de prendre plutôt pour une pierre lithographique que pour une mine de fer. Elle est fréquemment traversée par de petits filons de gypse blanc saccharoïde ou fibreux. Il en existe une variété de couleur brun chocolat et présentant dans sa cassure ces granulations ou réticulations spéciales aux roches qui cristallisent en boules et qu'on observe surtout dans le porphyre orbiculaire de Corse. Le fer carbonaté est sujet à se décomposer. La décomposition s'attache d'abord à la surface des blocs et pénètre successivement dans l'intérieur; quand elle parvient jusqu'au centre, ce qui se vérifie surtout dans les rognons d'un faible calibre, la roche, de compacte qu'elle était, devient terreuse et passe à l'état de fer hydraté jaune. Les progrès de la transformation se traduisent par une série d'enveloppes concentriques qui se modèlent exactement sur un noyau qui ordinairement est resté sain. J'ai recueilli quelques rognons qui étaient d'une légèreté remarquable et convertis en une espèce d'ocre tendre tachant les doigts. MM. Langlois et Jacquot (1) ont décrit plusieurs gisements de minerais de fer en rognons, également subordonnés aux marnes irisées, dans les bois d'Alzing, de Breitnach, de Volving et de Walmünster, dans le département de la Moselle.

Le gypse accompagne les deux produits que nous venons de mentionner, et, s'il est moins abondant que le charbon, il est plus répandu que le fer carbonaté. Comme eux, il se présente sous forme de sphères de volume variable, complétement isolées et rappelant les gypses tertiaires du Volterrano, ou bien il court au milieu des argiles charbonneuses en petits filons blancs, à structure fibreuse. Le sulfate de chaux n'avait donc pas cessé de se former, quand la houille et le fer carbonaté se sont déposés. Aussi considérons-nous les argiles charbonneuses comme une dépendance directe des amas gypseux; seulement, il est évident que le sulfate de chaux ne se trouvant plus en quantité suffisante dans les eaux qui le tenaient en dissolution pour former des couches ou des bancs épais comme dans la partie inférieure, il a dû se pelotonner sous forme de boules au milieu des argiles, ou en remplir les fentes sous celle de filons maillés.

Nous avons observé, dans les travaux de recherches de la

(1) *Annales des mines*, 4e sér., vol. XX, p. 131.

mine Saint-Auguste, quelques blocs dans lesquels le gypse et le ciment se trouvaient mélangés d'une manière intime. Le premier, de couleur blanche, était distribué dans la masse sous forme de mailles ou de cloisons réticulées, et le ciment, de couleur jaune, remplissait l'intérieur des cloisons. C'était une cargneule d'un nouveau genre, dans laquelle les cloisons, au lieu d'être composées de calcaire, l'étaient de sulfate de chaux; or, comme celui-ci, à cause de sa solubilité plus grande, est le premier à disparaître dans les portions de la roche soumises aux attaques de l'eau, il en résulte que la surface des blocs représente une espèce de mosaïque jaune à compartiments polyédriques, séparés les uns des autres par suite de l'enlèvement du sulfate de chaux qui relie les divers fragments dans les parties restées saines. C'est tout à fait l'inverse de ce qui se produit dans les cargneules ordinaires, où la dolomie, plus friable, étant la première à s'échapper, il ne reste de persistant que les cloisons calcaires.

Les argiles charbonneuses constituent le niveau le plus élevé des couches à gypse; on n'en retrouve plus au-dessus. Il n'y a qu'à examiner les circonstances générales qui accompagnent le sulfate de chaux dans les gisements dont nous venons d'esquisser la physionomie, son alternance plusieurs fois répétée avec des argiles et des calcaires magnésiens, son mélange intime avec la houille, le fer carbonaté, pour se convaincre qu'il a été déposé normalement, et par voie aqueuse, dans les terrains qui le contiennent, et qu'il serait impossible de lui reconnaître une origine métamorphique, à moins de violer les règles les plus saines de la géologie, qui, toutes, protestent contre une pareille hypothèse.

Au-dessus des argiles carbonifères, on observe une assise rouge J de 2 mètres, au milieu de laquelle s'éparpillent des plaques irrégulières ou des amas travertineux jaunes, parallèles au sens de la stratification.

Puis apparaît une grande masse de cargneules K, épaisse de plus de 12 mètres, qui fournit un point de repère des plus saillants et des plus précieux de la contrée, parce qu'il permet, même de loin, d'établir une séparation tranchée entre les argiles gypsifères et carbonifères, qu'on peut appeler les argiles irisées par excellence, et le système supérieur du keuper, qui est composé de dolomies et de marnes verdâtres, mais sans gypse ni charbon. Ces cargneules sont, sans contredit, ce que l'on peut imaginer de plus irrégulier comme allures et de plus

incohérent comme composition. L'élément prédominant est la dolomie; la structure la plus fréquente, la structure cloisonnée. La dolomie est ordinairement grenue et miroitante, compacte, ou bien criblée de petites vacuoles tapissées de cristaux microscopiques de chaux carbonatée. Sa couleur varie du blanc sale au jaune d'ocre. Elle se présente tantôt en bancs réguliers, bien stratifiés, et tantôt en encroûtements baveux englobant des fragments anguleux d'autres roches calcaires, empruntées, suivant toute vraisemblance, au muschelkalk, ou bien des nids d'argiles verdâtres.

A ces dolomies sont associés des calcaires rougeâtres ou jaunâtres, compactes ou crevassés, d'aspect travertineux, formant des couches interrompues, empâtant à leur tour des fragments argileux disposés en amas ou en traînées. Mais la roche qui imprime à cette assise son cachet spécial est la cargneule, roche essentiellement composée d'une carcasse de calcaire spathique cloisonné, et dont l'intervalle des cloisons est rempli par de la dolomie plus ou moins terreuse ou par des argiles calcarifères. Lorsque la cargneule est pleine, elle n'est autre chose qu'une roche bréchiforme, composée de deux éléments; lorsqu'au contraire, et surtout à la surface, les cloisons ont été débarrassées de leur dolomie ou de leur argile, il ne reste plus qu'une masse cariée, privée accidentellement d'un de ses éléments constitutifs. On ne saurait se refuser à reconnaître à ces produits calcaréo-magnésiens une origine travertineuse, que trahissent suffisamment leur composition, leur mélange, leur irrégularité et leur position au sein des marnes irisées, d'où ils semblent surgir comme des dykes éruptifs. Leur disposition en murailles déchaussées et saillantes tient d'un côté à leur solidité propre, et, d'un autre, à la désagrégation facile des argiles au milieu desquelles ils sont pour ainsi dire noyés. Cinq cents mètres au-dessus du village de Montferrat, la rectification de la route a fait découvrir dans la grande assise des cargneules dont nous nous occupons en ce moment un banc d'un calcaire bleu turquin entièrement pétri de pisolithes blanches à couches concentriques, de dimensions inégales, mais dont les plus volumineuses dépassaient la grosseur d'une noix.

Les cargneules sont recouvertes par dix mètres d'argile verdâtre L alternant avec des dolomies blanches ou jaunâtres, grenues, disposées en cordons réguliers, et remplies de grandes crevasses occupées par des argiles jaunes ou par des dolo-

mies jaunes. Elles jouissent de la propriété, par suite de faux joints de stratification, de se débiter en fragments parallélipipédiques de très-petite dimension. Ces argiles forment indubitablement le couronnement des marnes irisées, car nous allons voir leur succéder une série de bancs de composition différente, et qui, par les fossiles qu'ils contiennent, annoncent un ordre de choses nouveau et nous placent en plein dans la zone à *Avicula contorta*. Il s'agissait de trouver entre ces deux étages une ligne rigoureuse de démarcation, et nous avons eu la bonne chance, après l'avoir vainement cherchée pendant plusieurs années, de la trouver dans ce fameux conglomérat d'ossements de poissons et de reptiles, connu sous le nom de *bone-bed*, et qui, sous le château ruiné d'Espérel, repose directement sur les argiles vertes avec les dolomies subordonnées que nous venons de mentionner.

Toutefois, avant de procéder à la description des couches à *Avicula contorta*, nous dirons que le keuper, dans la région que nous venons de décrire, se divise en deux sous-étages, dont le plus inférieur comprend les argiles bariolées avec gypses et les combustibles minéraux, et le deuxième les cargneules, les dolomies et les argiles vertes. Dans le premier, l'élément argileux prédomine; dans l'autre, c'est l'élément magnésien.

Quant aux épaisseurs, elles se répartissent de la manière suivante :

Partie inférieure..	A	Argiles bariolées	10	78 m.
	B	Gypse en amas	30	
	C	Cargneules grises	1	
	D	Gypse	2	
	E	Ciment	8	
	F	Ciment terreux	2	
	G	Argiles gypsifères	5	
	H	Cargneules vertes	2	
	I	Argiles charbonneuses	15	
	J	Argiles rouges	3	
Partie supérieure..	K	Cargneules supérieures	12	22 m.
	L	Argiles vertes et dolomies	10	
		Total.		100 m.

Comme roches caractéristiques, on peut choisir le gypse, la cargneule verte H et les cargneules supérieures K. Ces der-

nières remplissent un rôle vraiment important et qui paraît offrir un caractère persistant dans toute l'étendue du Var. Quant aux autres roches, le gypse excepté, elles sont susceptibles de varier d'une localité à l'autre, et encore, pour le gypse, il ne conviendrait pas de réclamer aux gisements du Var les anhydrites d'Auriol et de Roquevaire dans les Bouches-du-Rhône. Les charbons, le fer carbonaté, le ciment manquent sur une foule de points. Quant aux cargneules, il en existe sur tous les niveaux, et les cargneules vertes H, qui sont un guide si constant pour le keuper des alentours de Montferrat, font défaut dans les environs de Draguignan et dans la vallée du Gapeau. En conséquence, il ne faut pas attacher à la présence de cette roche plus d'importance qu'elle n'en a réellement, d'autant plus qu'il n'est pas rare d'en observer des lambeaux interrompus enclavés au milieu des argiles, et qui représentent souvent la continuation de bancs épais qui finissent par disparaître de cette manière.

2° Zone à *Avicula contorta*.

Aux marnes bariolées, aux gypses et aux amas charbonneux, aux grandes masses de cargneules dolomitiques qui caractérisent l'étage des marnes irisées, nous allons voir succéder des calcaires gris ou bleuâtres, fossilifères, en couches bien réglées et conduisant jusqu'à d'autres calcaires remplis de silex, également fossilifères, mais dont les fossiles sont ceux du lias moyen, tels que l'*Ostrea cymbium*, *Pecten æquivalvis*, *Terebratula resupinata*, etc.

Au-dessus des argiles vertes par lesquelles se termine le keuper, et en continuant toujours la même coupe du vallon de la Madeleine au château ruiné d'Espérel, un peu au-dessus de la bergerie qui est bâtie sur les cargneules supérieures, on observe (Pl. IV, fig. 2) :

1. Une assise de calcaire magnésien terreux jaune (chaux hydraulique), traversée dans son milieu par un petit lit de poudingue de 4 centimètres au plus de puissance. Ce lit est composé de petits galets calcaires anguleux ou arrondis, reliés par une espèce de mortier argilo-calcaire dans lequel sont noyés des fragments calcaires de très-petite dimension. On y observe aussi, mais ils sont rares, quelques cailloux roulés de quartz hyalin. Ce qui donne à ce poudingue une importance

géologique capitale, c'est la présence de nombreux ossements de reptiles et de poissons, que l'on reconnaît si aisément d'après leur structure, et à leur surface luisante, comme si elle était vernie. Il est évident que ce niveau à reptiles, au-dessus duquel apparaissent pour la première fois les *Avicula contorta*, représente le fameux conglomérat décrit et connu sous le nom de *bone-bed*, et que tous les auteurs qui s'en sont occupés considèrent comme étant la base de la zone à *Avicula contorta*. Il faut quelque attention pour rencontrer en place ce conglomérat, que sa faible puissance peut faire négliger, et qui, sur beaucoup de points, est masqué par les éboulis. Outre le point que je décris ici, et d'où j'ai retiré de très-belles plaques, je l'ai remarqué aussi près de l'embranchement des routes de Castellane à Bargemont, ainsi que sur les accotements de la route de Draguignan qui fait face au château de la Madeleine..... 0m,80

2. Argile jaune tenace, feuilletée..... 0 ,25
3. Calcaire gris avec *Avicula contorta*, lumachelle remplie de coquilles non déterminables..... 0 ,05
4. Calcaire jaune, argilifère..... 0 ,05
5. Calcaire gris, fossilifère, lumachelle avec *Avicula contorta*, *Ostrea*, *Cardium*, *Mytilus*, etc..... 0 ,08
6. Calcaire jaune passant à la cargneule..... 0 ,30
7. Argile grise..... 0 ,15
8. Argile jaune mélangée de calcaire jaune..... 0 ,80
9. Calcaire gris, tuberculeux et bosselé à la surface, lumachelle avec *Avicula contorta* et écailles de poissons..... 0 ,45
10. Argile jaune..... 0 ,30
11. Calcaire tuberculeux avec *Avicula contorta*..... 0 ,25
12. Argile jaune..... 0 ,25
13. Calcaire tuberculeux (lumachelle)..... 0 ,25
14. Argile jaune feuilletée..... 0 ,20
15. Calcaire tuberculeux avec *Avicula contorta*..... 0 ,30
16. Calcaire gris à cassure grenue, en plaquettes minces, très-régulières, se débitant à la manière d'ardoises grossières, alternant avec des calcaires gris, argilifères, fossilifères..... 1 ,00
17. Argile jaune feuilletée..... 0 ,35
18. Calcaire gris, tuberculeux, fossilifère..... 0 ,20
19. Calcaire gris en plaquettes, fossilifère..... 0 ,80
20. Argile jaune..... 2 ,00
21. Calcaire jaune magnésien passant à la cargneule..... 2 ,00
22. Calcaire gris..... 2 ,00
23. Calcaire gris avec cargneule interposée..... 1 ,00
24. Calcaire gris, lumachelle à fossiles indéterminables, dernier banc fossilifère..... 1 ,60

15m,83

. Infralias.

25.	Calcaire jaune magnésien	0 ,90
26.	Calcaire gris à grains miroitants	2 ,00
27.	Argile jaune et verte	3 ,00
28.	Calcaire jaune magnésien, mélangé de calcaire gris, compacte, à cassure conchoïde, passant à la cargneule à la partie supérieure	3 ,00
29.	Calcaire jaunâtre compacte sans fossiles	5 ,00
		13m,90

C'est au-dessus de ce dernier banc que se développent les premiers calcaires fossilifères de la formation liasique; ils débutent par un calcaire jaunâtre entièrement pétri d'articles de Pentacrinites, auxquels succèdent d'autres calcaires gris en couches épaisses, bien réglées, traversées par des lits interrompus de silex blanchâtre, et contenant des Bélemnites, des *Rhabdocidaris*, le *Pecten æquivalvis*, l'*Ostrea cymbium*, etc.

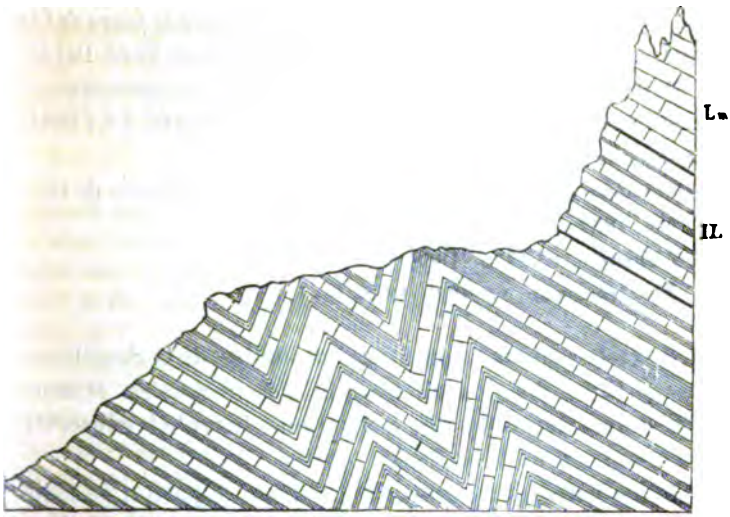
Ces divers corps organisés annoncent entre les gisements de la Sainte-Baume, de Toulon, de Cuers et ceux des environs de Montferrat une continuité non interrompue. Seulement, il existe des différences notables dans l'épaisseur et la composition des roches comprises entre le trias et les premiers bancs du lias moyen. Et d'abord, dans le vallon de Narturby, la zone à *Avicula contorta* acquiert un plus grand développement que dans les environs de Belgentier, de Lavalette, de Saint-Nazaire, de Roquevaire et de Trets; par contraire, on voit descendre à une douzaine de mètres seulement les calcaires magnésiens blanchâtres ou jaunâtres, les dolomies et les calcaires bleus intercalés entre les derniers bancs fossilifères à *Avicula contorta* et les premières assises du lias moyen, roches dans lesquelles on peut voir raisonnablement l'équivalent de l'infralias et du lias à Gryphées arquées; or, ces roches, dans la vallée du Gapeau, à Belgentier, dans les communes de Cujes, du Plan d'Aupt, d'Auriol et de Trets ne mesurent pas moins de 50 mètres. Ces variations tiennent à une simple modification dans le caractère pétrographique et n'attaquent en rien l'indépendance et la succession normale des faunes. Elles n'ont donc qu'une importance relative en géologie, et ne servent peut-être qu'à rattacher plus intimement, au point de vue zoologique, la zone à *Avicula contorta* du midi de la France

au même horizon dans les Alpes italiennes, les grandes Alpes, la Bavière, l'Angleterre, la Côte-d'Or, avec lesquelles la découverte que je viens de faire à Montferrat du conglomérat avec ossements de reptiles et de poissons (*bone-bed*) lui donne un trait de ressemblance de plus. En admettant que l'étage à *Avicula contorta* finisse là où finissent les bancs fossilifères, c'est-à-dire au n° 24 de notre coupe, son épaisseur serait de 15 mètres 33, et il resterait 13 mètres 90 pour celle de l'infralias et du lias à Gryphées arquées.

Je ne saurais trop recommander aux géologues qui seraient désireux de connaître à fond la géologie des bancs à *Avicula contorta* du midi de la France les environs de Montferrat, ainsi que les montagnes qui s'étendent entre Bargemont et la forêt des Blaques dans la commune de Châteaudouble. Outre que cet étage s'y trouve très-largement développé, il s'y présente également avec une grande abondance de fossiles, et, ainsi qu'on a pu le voir par les détails précédents, sa séparation d'avec les marnes irisées s'opère avec la plus grande sûreté, grâce à l'existence des *bone-beds*. L'observateur s'y familiarisera de plus avec les accidents orographiques les plus étranges et les plus inattendus. La fig. 3, Pl. IV, donne la coupe prise sur la rectification de la route de Castellane, entre le vallon de la Madeleine et l'embranchement de Bargemont; mais, sur le sentier qui conduit à la ferme du Colombier, l'on voit des couches du keuper, de l'étage rhétien et du lias moyen repliées sur elles-mêmes de mille manières différentes, recourbées en cerceaux, ou repliées en chevrons. La série complète est renversée dans le monticule qui supporte les ruines de Saint-Pons, où l'on voit le lias moyen supporter l'infralias, celui-ci les bancs à *Avicula contorta*, et ces derniers les argiles vertes keupériennes ainsi que le grand banc des cargneules et les argiles charbonneuses.

En suivant le lit du Narturby depuis le vallon de la Madeleine jusqu'aux environs de Montferrat, on passe en revue des terrains tellement bouleversés qu'il faut du temps pour remettre en leur place et relier les uns aux autres les lambeaux que les soulèvements ont dénivelés. Nous nous contentons de représenter dans le diagramme suivant un exemple de ploiement qui a affecté les bancs à *Avicula contorta* et que l'on voit très-clairement exprimé sur la berge droite du Narturby, au-dessous des grands escarpements calcaires du village de Châteaudouble. Les calcaires lumachelles avec *Avicula contorta* y alternent

très-régulièrement avec des argiles noirâtres qui deviennent



Lm Lias commun. — IL Infralias.

grises après avoir été exposées au grand air. Cette coupe rappelle la disposition en chevrons du terrain houiller d'Anzin.

Séance du 20 *janvier* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Landa (Louis), imprimeur, à Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire) ; présenté par MM. Demilly et Alf. Caillaux.

Le Président annonce ensuite une présentation.

La Société reçoit :

De la part de M. Alphonse Milne-Edwards, *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossi-*

les de la France, in-4, 14e livraison ; Paris, 1867 ; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. E. Renevier, *Complément de la faune de Cheville*, in-8, 93 p., 2 pl. ; Lausanne, 1867 ; chez Paul Dardel.

De la part de la Direction de la Société géognostique et minière de la Styrie, *Carte géologique de la Styrie*, 4 f. ; Gratz, 1865 ; chez Th. Schneider,

Annales des Mines, 6e série, t. XI, 2e et 3e livraisons de 1867 ; Paris, 1867 ; chez Dunod ; in-8.

L'Institut, n° 1776 ; 1868, in-4.

The Athenæum, n° 2099, 1868, in-4.

M. Le Président soumet à l'approbation de la Société une proposition du Conseil tendant à faire don au Muséum d'histoire naturelle des collections jusqu'ici conservées dans le local de la Société.

M. de Verneuil ne croit pas qu'il soit opportun de soulever cette question avant qu'un changement de local ait été décidé.

M. Louis Lartet expose que la proposition est faite dans l'intérêt même de la conservation des collections et pour qu'elles soient plus facilement consultées.

M. Levallois est d'avis qu'on ne doit disposer de rien sans l'agrément des donateurs, qui pourront réclamer la restitution de ce qu'ils ont donné si la Société vient à s'en dessaisir.

M. Hébert, en s'associant aux observations de M. Levallois, insiste sur l'intérêt que présentent plusieurs de ces collections, sans lesquelles des mémoires importants seraient aujourd'hui difficiles à comprendre. Il propose donc qu'avant toute décision le Conseil nomme une Commission chargée de se rendre compte de l'état des collections actuellement conservées rue de Fleurus, et de rédiger un rapport sur cet objet.

Après quelques observations de MM. Levallois, Michal et Alph. Milne-Edwards, la proposition de M. Hébert est adoptée à l'unanimité.

M. Hébert présente un travail de M. Renevier sur le terrain crétacé de Cheville (v. la *Liste des dons*) et communique, à cette occasion, la note suivante de l'auteur :

Note sur les trois faunes méso-crétacées de Cheville (Alpes-Valaisannes); par M. E. Renevier.

En offrant à la Société géologique ma cinquième *Notice sur les Alpes vaudoises*, je voudrais résumer dans le *Bulletin* les principaux résultats auxquels je suis arrivé par cette nouvelle étude, qui avait pour objet le riche gisement de Cheville.

La première moitié de ce travail, parue déjà en juin 1866, contenait la *Géologie de Cheville* et l'énumération critique des *céphalopodes* de ce gisement, pour laquelle j'avais eu l'avantage de collaborer avec M. le professeur F.-J. Pictet, de Genève. Pour la seconde moitié, qui vient de paraître sous le titre de *Complément de la faune de Cheville*, j'ai été privé de cette précieuse collaboration.

En tout, j'ai reconnu 252 espèces, parmi lesquelles il n'y a que 15 *nov. sp.* décrites. Elles sont réparties de la manière suivante dans les trois horizons méso-crétacés de Cheville :

ESPÈCES.	Vertébrés.	Articulés.	Céphalopodes.	Gastéropodes.	Acéphales.	Brachiopodes.	Bryozoaires.	Échinides.	Coralliaires.	Spongiaires.	*Totaux.*
Spéciales à la faune sup.	»	»	3	7	2	»	»	1	»	»	13
Transitives.	»	»	16	»	2	»	»	5	»	»	23
Spéciales à la faune moy.	1	1	40	56	54	5	1	9	3	1	171
Transitives	»	»	8	5	4	»	»	1	»	»	18
Spéciales à la faune inf.	1	1	7	7	10	»	»	1	»	»	27
Totaux. . .	2	2	74	75	72	5	1	17	3	1	252

Il y a donc 18 espèces transitives de la faune inférieure à la faune moyenne, soit 24 p. 100, et 23 espèces passant de la faune moyenne à la faune supérieure, soit 37 p. 100. Aucune espèce n'est commune aux trois faunes.

La *faune inférieure* appartient à l'étage *albien*, car, de ses 45 es-

pèces, 38 sont caractéristiques du gault inférieur ou gault proprement dit. Les plus fréquentes sont :

Ammonites mamillatus, Schl.	*Inoceramus concentricus*, Park.
Ancyloceras Blancheti, Pict. et C.	— *Salomoni*, d'Orb.
Solarium Hugianum, Pict. et Rx.	*Plicatula radiola*, Zk.
Aporrhais obtusa, Pict. et C.	*Hemiaster minimus* (Ag.) Des.

La *faune supérieure* appartient à l'étage *rothomagien*, car, de ses 36 espèces, 23 ont leur gisement habituel dans la craie de Rouen. Les principales sont :

Ammonites varians, Low.	*Baculites baculoides* (Mant.) d'Orb.
— *rothomagensis*, Defr.	*Turrilites Scheuchzerianus*, Bosc.
— *Cunningtoni*, Sharp.	*Avellana cassis*, d'Orb.
— *Mantelli*, Sow.	*Holaster subglobosus* (Lesk.) Ag.
— *planulatus*, J. Sow.	*Discoidea cylindrica*, (LK.) Ag.

C'est la première fois que cette faune rothomagienne est constatée avec certitude dans nos Alpes.

Entre ces deux faunes extrêmes, dont l'âge géologique est bien évident, s'en trouve une troisième, beaucoup plus riche, puisqu'elle contient en tout 212 espèces. Cette *faune moyenne*, qu'on nomme généralement en Suisse *gault supérieur*, présente de grands rapports paléontologiques avec le cénomanien inférieur ou zone à *Pecten asper* et son équivalent anglais le *upper-green-sand*.

Mon étude m'a conduit à la conclusion que le *gault supérieur* du bassin suisse et le *cénomanien inférieur* anglo-parisien ne sont que deux *facies* d'un seul et même étage, intermédiaire entre l'albien et le rothomagien, et dont la faune est à peu près également distincte des faunes antérieure et postérieure. Prenant pour type le riche gisement de la Vraconne, près Sainte-Croix, devenu classique par la belle monographie de MM. Pictet et Campiche (*Paléontologie suisse*), je nomme cet ensemble de fossiles *faune vraconienne*. Elle relie intimement le gault aux horizons cénomaniens, et m'engage à le réunir avec eux dans une même accolade, comme groupe moyen du système crétacé, ainsi qu'il suit :

Groupe *méso-crétacé* ou CÉNOMANIEN.	Étage TURONIEN = Zone à *Inoceramus mytiloides*.
	— CARENTONIEN = Zone à *Ostrea biauriculata*.
	— ROTHOMAGIEN = Zone à *Ammonites rothomagensis*.
	— VRACONNIEN = Zone à *Pecten asper*.
	— ALBIEN = Zone à *Ammonites mamillatus*.

Les trois étages inférieurs de ce groupe sont seuls représentés dans nos Alpes. Ils reposent sur l'étage aptien qui termine le *groupe néocomien*, mais n'ont avec lui aucune liaison paléontologique. Ils sont, d'autre part, recouverts par le terrain nummulitique, représenté seulement par son étage supérieur. Il y a donc lacune pendant toute la fin de l'ère crétacée et le commencement de la période tertiaire.

Enfin, Cheville est un point du globe sur lequel les faunes se sont modifiées lentement et graduellement, car la proportion des espèces transitives me paraît être plus considérable qu'elle ne l'est habituellement.

M. de Lapparent fait observer que le nouvel étage crétacé que distingue M. Renevier n'est autre que l'étage de la *gaize*, dont il est facile de suivre le niveau dans tout le bassin de Paris.

M. Albert Gaudry présente la note suivante au nom de l'auteur :

Note sur la flore fossile de Coumi (Eubée); par M. Gaston de Saporta.

Au moment même où j'insérais dans le grand ouvrage de M. Alb. Gaudry, intitulé : *Animaux fossiles et Géologie de l'attique*, une notice sur les plantes fossiles de Coumi, M. F. Unger, à qui l'on devait déjà une première description de cette localité (1), publiait de son côté une *Flore fossile de Coumi* (2), basée sur l'étude d'un grand nombre d'échantillons et comprenant un total de 116 espèces.

Les éléments de mon travail, dont le cadre était d'ailleurs beaucoup plus modeste, m'avaient été principalement fournis par la collection rapportée de Grèce par M. A. Gaudry, et dont M. Brongniart avait fait l'objet d'une communication antérieure

(1) Cette description fait partie de l'ouvrage intitulé : *Wissenschaftliche Ergebnisse einer Reise in Griechenland*, etc., *von* Dr F. Unger. Wien, 1862, p. 148 et suiv.

(2) *Die fossile Flora von Kumi auf der Insel Eubœa, von* Prof. Dr F. Unger, mit 17 Tafeln, Wien, 1867.

à l'Académie des sciences (1). Les matériaux réunis par les soins de M. Unger ont été bien plus abondants. On peut donc regarder ce dépôt qui sert pour ainsi dire, en Grèce, dans le règne végétal, de pendant à celui de Pikermi, comme bien exploré maintenant; les deux notices, très-inégales, il est vrai, en mérite et en étendue, ayant été rédigées simultanément et sans que les auteurs respectifs aient pu s'entendre, il m'a paru utile, dans l'intérêt de la science, de venir avec impartialité en exposer les résultats.

M. Unger a décrit et figuré 116 espèces de Coumi; j'en ai mentionné seulement 66, en m'aidant du premier travail de M. Unger. De son côté, M. Unger n'a pu signaler que d'une manière très-vague les espèces dont M. Brongniart avait parlé dans son rapport à l'Académie, et dont le savant professeur de Vienne ne connaissait ni les échantillons ni les figures, puisque ces espèces étaient restées inédites. Il est résulté de cette circonstance une certaine confusion qu'il est bon d'éclaircir, si l'on ne veut pas s'exposer à laisser la même espèce inscrite sous deux dénominations absolument différentes. Certaines de mes attributions doivent être abandonnées; d'autres étaient fondées sur des fragments isolés ou incomplets, et les riches documents publiés par M. Unger viennent jeter sur elles un nouveau jour.

L'auteur allemand s'est trompé sur quelques points au sujet desquels il a bien voulu s'expliquer avec une parfaite courtoisie; enfin, il a fait précéder son travail de considérations générales sur l'âge et le caractère de la flore de Coumi qui doivent fixer l'attention à cause de l'importance des conclusions formulées par l'auteur. Il y a donc à revenir sur ces divers points; je commencerai par reprendre la liste de mes espèces, sans entrer dans la discussion de celles que M. Unger vient de publier pour la première fois et dont il n'était pas question dans ma notice; je terminerai par des considérations d'ensemble.

1° *Callitris Brongniartii*, Endl. — M. Unger reconnaît comme moi l'existence de cette espèce; mais, par une méprise que ce savant ne peut s'expliquer, le bel exemplaire figuré par lui Pl. 1, fig. 1-2 de sa flore ne saurait lui être attribué. C'est un grand rameau à feuilles squamiformes, étroitement opprimées, et insérées dans un ordre alterne ou subspiral sur les ramifica-

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. LII, séance du 17 juin 1861.

tions principales, décussées ou subopposées sur les petits ramules. Un strobile à quatre écailles valvaires est encore attaché à un court ramule latéral. Cette empreinte dénote visiblement un *Widdringtonia* analogue aux *W. brachyphylla* et *antiqua*, que j'ai signalés le premier dans les gypses d'Aix (1), le second dans les calcaires marneux de Saint-Zacharie (2). Cependant, la forme plus allongée-conique du fruit de l'exemplaire de Coumi annonce probablement l'existence d'une nouvelle espèce que l'on pourrait nommer *Widdringtonia kumensis*. La présence du genre *Widdringtonia* dans la végétation de Coumi est d'autant plus à remarquer que, tout en étant en parfaite liaison avec les flores éocènes et tongriennes où l'on rencontre souvent ce type de Cupressinée, elle accuse encore mieux les tendances analogiques *austro-africaines* de cette végétation, tendances que M. Gaudry a signalées également dans la faune de Pikermi.

2° *Sequoia Langsdorfii*, Heer. — D'après les exemplaires accompagnés de fruits, figurés par M. Unger, ce n'est pas le *Sequoia Langsdorfii* qu'il faut signaler à Coumi, mais bien le *S. Tournalii*, espèce d'Armissan dont j'ai décrit les divers organes et dont les strobiles concordent tout à fait avec ceux du *Sequoia* de Coumi, tandis que le *Sequoia Langsdorfii* a des fruits beaucoup plus petits. Le *Sequoia Tournalii*, Sap. (3), est de toutes les espèces fossiles du genre celle qui reproduit le plus fidèlement l'aspect du *Sequoia sempervirens*, de Californie, que l'horticulture a ramené en Europe après un intervalle de plusieurs milliers de siècles.

3° *Pinus hellenica*, Sap. — C'est l'espèce que M. Unger décrit sous le nom de *Pinus holothana*, en l'accompagnant de belles empreintes de cônes. L'auteur la compare avec raison au *Pinus insignis*, Dougl., originaire de Californie.

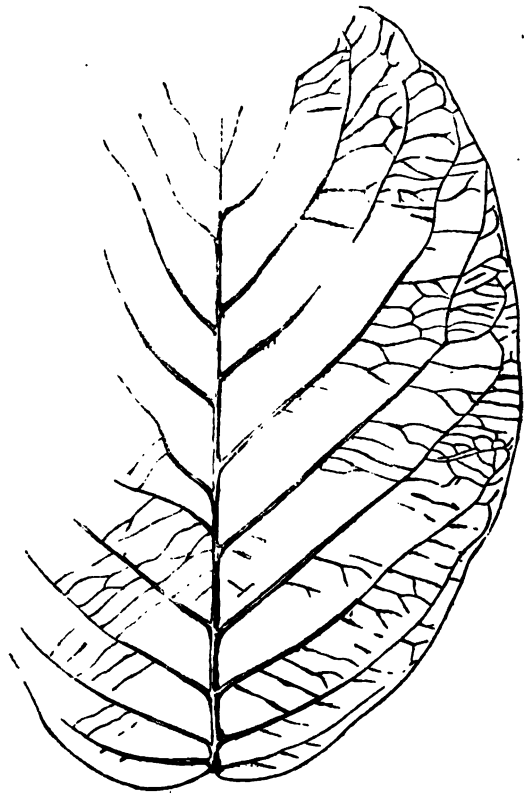
4° *Podocarpus eocenica*, Ung. — M. Unger indique, au lieu de cette espèce, le *P. taxites*, Ung., dont les feuilles sont plus courtes, plus larges et plus obtuses au sommet.

5° *Myrica Ungeri*, Heer. (*Dryandra Ungeri*, Ettingh.). — *Myrica Solonis*, Sap. (*Banksia Solonis*, Ung.). — *Myrica lævigata*, Sap. (*Dryandroides lævigata*, Heer.). — *Myrica hakeæfolia*, Brngt. (*Dryandroides hakeæfolia*, Ung.). — *Myrica banksiæfolia*, Ung.

---

(1) *Ann. Sc. nat.*, 4e série, t. XVII, p. 211, Pl. II, fig. 7.
(2) *Ibid.*, t. XIX, p. 33, Pl. III, fig. 3.
(3) Voy. *Ann. Sc. nat.*, 5e série, t. IV, p. 51, Pl. II, fig. 1.

(*Dryandroides banksiæfolia*, Heer.). — *Myrica angustifolia*, Brngt. *Dryandroides angustifolia*, Ung. — Toutes ces espèces, qui constituent des formes très-voisines les unes des autres, souvent difficiles à distinguer, spécifiquement et visiblement congénères, ont été successivement ballottées des Myricées aux Protéacées. M. Unger, quoiqu'il les ait encore rangées dans le dernier de ces groupes, paraît d'avis qu'il est plus sûr, conformément à ce que j'ai avancé moi-même ainsi que M. Brongniart, de les regarder comme des Myricées. La délimitation des espèces



Alnus Sporadum, Unger.

Collection de M. Alb. Gaudry. Coumi.

offre, à cause de leur affinité mutuelle, des difficultés à peu près insurmontables; cependant, pour me rapprocher le plus

possible de la vérité, je dois dire que M. Unger a figuré une belle série de feuilles du *Myrica Solonis* (*Banksia Solonis*, Ung.), et que je serais porté à rapprocher de la même espèce, non-seulement les figures 4 et 5 (Pl. LXIV) de la notice, mais encore la figure 2 de la même planche, de sorte que la figure 3 se rapporterait seule au *Myrica Ungeri* dont M. Heer figure de si beaux exemplaires sous le nom de *Dryandra Ungeri*.

6° *Alnus nostratum*, Ung. — J'avais indiqué cette espèce d'après une belle empreinte de feuille qui concordait avec les exemplaires de Manosque et de Suisse que je connaissais sous ce nom. Mais cette empreinte que je figure ici doit être réunie aux strobiles et au fragment de feuille publiés par M. Unger sous la dénomination d'*Alnus Sporadum*. C'est là une nouvelle espèce d'Aune tertiaire à laquelle les empreintes de Manosque devront être également rapportées. La figure que je donne, et qui reproduit une feuille provenant de la collection de M. Gaudry, complète la description de cette forme remarquable, car M. Unger n'avait pu figurer qu'un lambeau de feuille très-incomplet. Elle se rattache à la fois à l'*A. orientalis*, Dne, qui habite la Syrie, et à l'*A. nepalense*, Dne, originaire de Népaul.

7° *Betula Orcadum*, Ung. — Cette espèce, que j'avais mentionnée d'après M. Unger, qui en avait figuré une feuille dans sa première notice, est rangée par lui, dans sa flore, comme un synonyme du *Carpinus betuloides*, Ung., espèce dont l'attribution générique est elle-même bien douteuse.

8° *Daphnogene delphica*, Sap. — Espèce identique, comme je l'avais pensé, avec le *Ficus Aglajæ*, Ung.; cet auteur en figure de nouveaux exemplaires; leur attribution au genre *Ficus* demeure bien incertaine.

9° *Lomatites aquensis*, Sap. — Cette espèce curieuse et qui caractérise si bien plusieurs des flores tertiaires de Provence est bien la même que le *Grevillea Kymeana* dont M. Unger a figuré toute une série d'empreintes. Leur concordance avec les exemplaires provenant des gypses d'Aix et des couches de Manosque n'a rien d'équivoque. Je continue à préférer la dénomination générique de *Lomatites*, qui exprime bien mieux que celle de *Grevillea* l'affinité toute spéciale qui rapproche cette espèce des *Lomatia longifolia* et *linearis* de la Nouvelle-Hollande. Du reste, c'est à tort, selon moi, que M. Unger propose de réunir en une seule espèce mes *Lomatites aquensis*, *sinuatus* et *abbreviatus*, qu'il considère comme des variétés d'un type très-polymorphe; les deux derniers sont bien distincts du premier,

dont les caractères présentent au contraire une grande fixité et qui occupe en Provence un espace vertical considérable, puisqu'il s'étend de l'eocène supérieur des gypses d'Aix au miocène déjà postérieur au tongrien des lignites de Manosque.

10° *Grevillea anisoloba*, Sap. (*Stenocarpites anisolobus*, Brngt.). — Malgré les apparences qui m'avaient engagé, à la suite de M. Brongniart (quoique ce dernier ait proposé son opinion comme une simple conjecture) à considérer cette espèce remarquable comme une Protéacée, il faut bien reconnaître que cette attribution n'avait rien de fondé, en réalité. Les empreintes de feuilles recueillies par M. Gaudry et qui figurent dans son ouvrage (Pl. LXV, fig. 1-2) représentent les folioles éparses d'une Araliacée dont la planche XVIII de la flore de M. Unger reproduit un exemplaire intégralement conservé. C'est une feuille digitée portant au sommet d'un long pétiole commun, dilaté vers l'extrême base, sept folioles encore adhérentes, elles-mêmes longuement pétiolées et profondément découpées en lobes pointus-lancéolés, le terminal longuement acuminé, dont la ressemblance avec les exemplaires de ma notice est tellement évidente qu'elle doit faire évanouir tous les doutes. Par une circonstance qui vient à l'appui de la nouvelle attribution les feuilles de mon *Grevillea anisoloba* se trouvaient, quoique éparses, réunies trois ensemble à la surface de la même feuille. M. Unger appelle cette espèce *Cussonia polydrys*. Quoique le nom d'*Aralia* m'eût semblé préférable, comme moins affirmatif, on ne saurait mettre en doute l'affinité de cette espèce avec les *Cussonia*, genre d'Araliacée très-répandu dans les parties tropicales de l'ancien continent, et particulièrement dans l'Afrique australe. On doit faire remarquer en effet combien est étroite la ressemblance qui la lie au *Cussonia thyrsiflora*, Thub., espèce du Cap. C'est un lien de plus à constater entre la flore de Coumi et celle de l'Afrique australe. Il serait cependant possible de signaler des formes analogues dans d'autres sections du groupe des Araliacées, surtout parmi les *Oreopanax* de l'Amérique équatoriale (*Oreopanax brachybothryum* Dne et Pl. *Aralia* (*Oreopanax*) *elegans*, Hort. par.). Je ferai encore observer qu'il existe dans les gypses d'Aix un *Aralia* que j'ai décrit sous le nom d'*A. multifida*, et dont la ressemblance avec l'Araliacée de Coumi est également très-sensible.

11° *Diospyros*?... — J'ai indiqué avec doute la présence à Coumi de calices persistants, coriacés, à cinq divisions rugueuses extérieurement, tantôt érigées-conniventes, tantôt étalées,

analogues à ceux du *Diospyros rugosa* des gypses d'Aix. M. Unger figure, sous le nom de *Royena græca* (Pl. XI, fig. 40-50), un grand nombre de ces organes qui ne diffèrent de ceux des gypses d'Aix que par le contour plus oblong et plus acuminé des segments calicinaux. Ces organes ont été certainement congénères, et leur durée géologique a été sans doute fort longue, puisque M. Munier en a recueilli de pareils, admirablement conservés, dans les couches du Trocadéro ; mais, pour les désigner, le nom de *Diospyros* me semble bien préférable à celui de *Royena* qui n'est qu'un démembrement du premier de ces deux genres; d'ailleurs, les espèces indiennes de *Diospyros* offrent des calices persistants, revêtus à l'extérieur de rugosités fines absolument pareilles à celles qui distinguent les empreintes fossiles. Ce nom de *Diospyros græca* me paraîtrait donc tout à fait convenable.

12° *Sapindus Ungeri*, Ettingsh. — M. Unger applique aux nombreux exemplaires de Coumi, qu'il avait d'abord désignés sous ce nom, celui de *Sapindus græcus*.

13° *Pittosporum Putterliki*, Ung. — M. Unger a changé le nom de cette espèce en celui de *Sideroxylon Putterliki*. La détermination en demeure presque aussi incertaine. Faudrait-il y voir les feuilles du *Diospyros?*

14° *Rhus eleodendroides*, Ung. — M. Unger, d'après un renseignement que je tiens de lui, n'a pas osé décrire cette espèce dans sa nouvelle flore, après l'avoir précédemment figurée, uniquement parce qu'il n'en avait pas observé de nouveaux échantillons. La figure que j'en ai donnée (Pl. LXIV, fig. 8), d'après un exemplaire qui fait partie de la collection de M. Gaudry, prouve bien la réalité de l'existence de cette forme, à moins qu'on ne veuille y reconnaître, ce qui serait possible, une feuille du *Quercus Zoroastri*, Ung., dont M. Unger a figuré plusieurs exemplaires.

15° *Andira relicta*, Ung. M. Unger a reporté cette espèce parmi les Connaracées, sous le nom d'*Omphalobium relictum*.

M. Unger, dans son *Reise in Griechenland* avait regardé la flore de Coumi comme éocène ; il revient aujourd'hui de cette opinion, mais il me semble pécher par un excès opposé, lorsqu'il la place sur le même horizon que Pikermi. D'après lui, malgré la distance qui sépare les deux dépôts, malgré la différence radicale des roches dont ils sont formés et des accidents qui ont présidé à la naissance des couches, marneuses et lignitifères dans un des cas, bréchiformes et détritiques dans l'autre,

les végétaux de Coumi seraient contemporains des animaux de Pikermi, et les plantes des rivages lacustres de l'Eubée auraient servi de nourriture aux herbivores des vallées du Pentélique. M. Unger, en affirmant la correspondance et la liaison des deux séries respectives, n'apporte cependant aucune preuve directe de cette relation, et l'on voit bien par sa description même qu'il n'existe aucun lien entre les argiles mêlées de poudingues qui renferment les ossements de Pikermi et le groupe des lits calcaires plus ou moins feuilletés, avec lignite intercalé, qui comprennent les plantes fossiles de Coumi. Il est vrai que beaucoup d'espèces de cette flore sont nouvelles et ne peuvent fournir par conséquent aucun indice sur la concordance des couches qui les contiennent avec les autres localités de l'Europe tertiaire; mais il reste encore, dans l'étude de la physionomie propre à cette végétation, dans le mode de combinaison de ses éléments et dans la présence d'un certain nombre d'espèces caractéristiques, des termes de comparaison assez saillants pour guider dans le choix d'un horizon déterminé. Il m'a paru, lorsque j'ai publié ma notice, qu'on ne pouvait reporter la flore de Coumi ni au-dessous du tongrien, ni plus haut que le miocène inférieur. La flore d'*Armissan* et surtout celle de *Manosque*, dans le midi de la France, m'ont paru correspondre à celle de l'Eubée avec une précision d'autant plus évidente que, la distance étant plus considérable, les liens dus à la présence d'espèces communes et à la prédominance des mêmes genres caractéristiques n'en reçoivent que plus de valeur.

La publication du dernier ouvrage de M. Unger ne change rien à ce point de vue, auquel je m'attache d'autant plus volontiers qu'il me paraît résulter aussi bien de l'étude de l'ensemble que de celle des espèces en particulier. La rareté des monocotylédones, la profusion des Myricées, la présence multipliée des *Quercus* et des Laurinées, la présence certaine, mais encore restreinte, des genres européens *Alnus*, *Populus*, *Acer*, *Juglans*, mêlés à des formes totalement exotiques, particulièrement à des Ébénacées, Myrsinées, Araliacées, Sapindacées, Célastrinées, Rhamnées, à des Anacardiacées, à des Légumineuses et à des Mimosées, tels sont à peu près partout les caractères faciles à saisir de la végétation européenne dans le miocène inférieur. Radoboj en Croatie, Monod et Hohe-Rhonen en Suisse, Armissan et Manosque en France, en fournissent des exemples éclatants, et la quantité d'espèces communes que renferment ces localités, aussi bien que leur position stratigra-

phique, aident à les faire reconnaître comme appartenant à un même horizon correspondant à l'étage que M. Heer a désigné du nom d'*aquitanien* et qui est caractérisé au Monod et ailleurs par la présence de l'*Anthracotherium magnum*. C'est à ce niveau, très-constant, très-facile à déterminer, que nous ramène l'étude de la végétation de Coumi prise dans son ensemble; les détails entraînent aux mêmes conclusions.

Ainsi, on peut citer les espèces suivantes comme caractérisant à la fois le dépôt de Coumi et le bassin à lignite de Manosque : *Callitris Brongniartii*, Endl., *Glyptostrobus europæus*, Al. Br., *Sequoia Tournalii*, Sap., *Myrica lævigata*, Sap., et *Banksiæfolia* Ung., *Alnus sporadum*, Ung., *Planera Ungeri*, Ettingsh., *Cinnamomum lanceolatum*, Heer, *Laurus primigenia*, Ung., *Laurus princeps*, Heer, *Lomatites aquensis*, Sap., *Acer trilobatum*, Al. Br , *Embothrites borealis*, Ung., etc. Si les remarques portent plutôt sur l'analogie des formes que sur leur identité absolue, on observe dans la végétation de Coumi des types, comme les Pins, très-voisins de ceux d'Armissan; l'absence ou la rareté des monocotylédones terrestres se constate également à Manosque et dans plusieurs autres localités de Provence. La présence d'une Ébénacée, représentée par des calices coriaces et caducs, d'une Araliacée à feuilles digitées, des genres *Rhynchosia*, *Copaifera*, etc., confirme encore ce parallèle; et, si je voulais préciser les affinités que la flore de Coumi manifeste avec Radoboj, on verrait les points de contact se multiplier encore, bien loin de s'affaiblir. Au contraire, à mesure qu'on remonterait la série en se rapprochant du pliocène, l'analogie s'amoindrirait d'une façon très-sensible. Sans dépasser Œningen qui appartient encore au miocène supérieur, il faut reconnaître que rien ne rappelle à Coumi l'abondance des Peupliers, des Saules, des Liquidambars et des Érables, sans oublier les Platanes et les Noyers qui caractérisent cette localité célèbre, tandis que presque aucune des espèces qui dominent dans le dépôt des environs de Zurich ne se montre également à Coumi, sauf l'*Acer trilobatum*, Al. Br., qui y est très-rare et appartient aussi à Manosque et au miocène tout entier.

Il est donc impossible de ranger la flore de Coumi au-dessus de l'étage à *Anthracotherium*, ce qui la rattache à un temps bien éloigné de celui où vivait la faune de Pikermi. Sans sortir de Provence, on peut aisément calculer l'intervalle qui sépare les deux âges en comparant l'étage des lignites de Manosque, qui n'occupe pas même la partie la plus élevée du système à

gypse et que recouvre la mollasse marine, avec les marnes ossifères de Cucuron, à qui cette même mollasse marine à *Ostrea crassissima* sert de base.

Il n'en faut pas douter, les animaux qui vivaient au milieu des plantes de Coumi n'étaient pas ceux de Pikermi; la nature vivante a dû se modifier dans l'intervalle; quelque riche et quelque variée que soit la végétation de Coumi, elle diffère beaucoup encore de celle d'Œningen que l'on peut regarder comme correspondant à peu près à la faune célèbre arrachée par M. Gaudry aux flancs du Pentélique. Les arbres à feuillage tendre, délicat, largement développé, sont encore les plus rares dans le miocène inférieur; les essences à feuilles étroites, coriaces ou épineuses, dominent encore. Au milieu des Myricées, des Pins, des Chênes verts, des Diospyros, d'une foule d'arbustes variés à feuilles oblongues, fermes et résistantes, des Légumineuses et des Mimosées à folioles étroites qui peuplent cet ensemble, je reconnais, il est vrai, un grand nombre de fruits susceptibles d'être mangés, mais presque aucun indice d'herbages, et très-peu d'arbres ou d'arbustes au feuillage souple, ample et délicat, comme en demande la majorité des Ruminants et des Équidés dont les vestiges abondent à Pikermi aussi bien qu'à Cucuron. Il me semble donc que la correspondance entre les aptitudes des deux règnes n'est pas suffisamment harmonique pour que l'on doive s'étonner de la nécessité d'un changement intermédiaire, changement dont le dépôt d'Œningen permet de saisir toute l'étendue.

M. Unger est bien plus dans le vrai, lorsque, rappelant les affinités que M. Gaudry a mises en lumière entre la faune de Pikermi et celle de l'Afrique, il fait ressortir la même liaison en ce qui concerne la flore. Il estime à 40 0/0 la proportion des formes qui rappellent celles de l'Afrique australe ou de la Nouvelle-Hollande dans l'ensemble végétal de Coumi et propose d'en définir le caractère par le terme d'*australaso-sud-africain*. Cependant, malgré des traits saillants qui justifient pleinement l'assertion du savant professeur, il serait bien peu exact de prendre ces assertions au pied de la lettre. Il est parfaitement vrai que les genres *Callitris* et *Widdringtonia*, la plupart des Myricées, le *Cussonia polydrys*, l'association des Myrsinées, Sapindacées, Rhamnées, Célastrinées, Ilicinées, Rhynchosées et Mimosées, constituent une flore dont la physionomie africaine ne saurait échapper. En se plaçant à ce point de vue, il serait même facile de désigner les végétaux dont se

nourrissaient probablement quelques-uns des mammifères africains qu'on retrouve à Pikermi, les fruits que préférait sans doute le *Mesopithecus Pentelici*, Wagn., les Mimosées dont les Girafes d'alors broutaient le léger feuillage, les rameaux coriaces et épineux que choisissaient de préférence les Rhinocéros; mais on serait dans une grande erreur si l'on s'arrêtait à une explication aussi simple; le problème des affinités végétales est bien plus complexe à l'époque où nous reporte l'étude des végétaux de Coumi. L'absence totale d'herbes, de plantes molles et succulentes, est déjà très-singulière, quoique bien d'autres dépôts du même âge en fournissent des exemples, et qu'il faille presque voir dans cette rareté une sorte de loi générale. Cependant, à Coumi, que ce soit le fait de la végétation elle-même ou des circonstances qui ont présidé à la formation des couches, on n'observe pas même ces Graminées, ces Cypéracées, ces monocotylédones aquatiques et ces Nénuphars aux rhizomes succulents, si multipliés dans certaines localités contemporaines, et en particulier à Armissan, à Manosque et au Monod. Cette anomalie n'est pas la seule; au milieu d'une nature fortement empreinte d'un faciès tropical, on n'a retrouvé aucune trace de Palmiers ni de *Dracæna*. Il est vrai que la même particularité existe pour le dépôt de Manosque, dont j'ai fait plusieurs fois ressortir l'extrême affinité avec celui de Coumi. Il y aurait donc pour l'Europe miocène, considérée sur des points très-distants, une tendance curieuse à la généralisation de certaines particularités; du reste, les affinités africaines qui ressortent si bien de l'étude de Coumi ne lui sont pas spécialement dévolues. J'ai fait ressortir les mêmes traits pour ce qui est d'Armissan et je les retrouve également dans la végétation de Manosque que je publie en ce moment. J'y remarque aussi la présence caractéristique, quoiqu'en nombre encore assez restreint, des mêmes genres de physionomie européenne appartenant en propre à la zone boréale ou représentés par les mêmes formes ou par des formes très-voisines. C'est ainsi que l'*Alnus sporadum*, le *Planera Ungeri*, l'*Acer trilobatum* existent à la fois dans les deux dépôts, que les Pins de Coumi ressemblent à ceux d'Armissan, et qu'enfin, à côté des liaisons avec le continent africain, il faut en constater d'autres, comme celles qui sont marquées par les *Sequioia* et les *Glyptostrobus* qui nous entraînent dans des directions bien opposées, puisque ces deux genres de conifères n'habitent plus que sur les rivages du Pacifique, le premier en Californie, le second en

Chine. Dans l'indication de ces affinités régionales, je néglige volontairement les rapprochements douteux pour m'attacher uniquement aux plus certains. On voit donc, par là, en n'effleurant qu'à peine la question, que dans le miocène inférieur la végétation comprenait bien des éléments divers, maintenant dispersés pour la plupart aux extrémités du globe ; et, cependant, cette même végétation, considérée sur des points très-distincts de l'Europe d'alors, conservait partout un grand cachet d'unité et presque d'uniformité. Cette uniformité n'était cependant pas absolue. La flore de la région hellénique possédait aussi quelques traits qui lui sont propres. Je vais les indiquer rapidement avant de terminer cette suite de réflexions.

En comparant toujours Coumi aux localités correspondantes de la France méridionale, on ne tarde pas à reconnaître que, si le dépôt grec se distingue des nôtres, ce n'est ni par les conifères, ni par les Myricées ou les Laurinées, ni même par les Légumineuses, qui présentent à peu près partout les mêmes formes; les autres groupes, spécialement les Protéacées, Myrtinées, Diospyrées, Araliacées, Rhamnées, Anacardiacées, etc., ne produisent pas non plus de disparates et comprennent des espèces plus ou moins voisines des nôtres, parfois même identiques. En examinant avec attention la flore de Coumi, je ne trouve de différence un peu sensible à signaler que dans les Chênes dont aucun, à ce qu'il paraît, ne s'est encore rencontré en Provence, quoique la plupart aient été signalés soit en Suisse (*Quercus lonchitis*, *furcinervis* et *mediterranea*), soit en Italie, soit en Autriche (*Quercus lonchitis*, *furcinervis*, *cyclophylla*, *mediterranea*, *Zoroastri*), soit même en Russie (*Quercus kamischinensis*, Goepp.). Aucun de ces Chênes ne constitue donc une forme nouvelle, mais tous, plus ou moins, ont dû être particulièrement confinés vers l'est de l'Europe, à l'époque tertiaire. C'est là un indice précieux de la distribution géographique des espèces par régions, dans les temps antérieurs à nous, et nul doute que des recherches ultérieures dans ce sens n'amènent à des résultats très-curieux. Ces Chênes se partagent sous le rapport des affinités qu'ils manifestent avec ceux de l'ordre actuel. Les uns rappellent les espèces mexicaines; les autres se rapprochent évidemment des formes qu'on observe encore sur les bords de la Méditerranée ou dans l'Asie Mineure et la Perse. Ainsi, le *Quercus mediterranea* se rattache au *Q. ilex*, le *Q. lonchitis* au *Q. Libani*, Oliv., le *Q. Zoroastri* au *Q. Persica*, Jaub. et Sap., tandis que, selon M. Unger, le *Q. kamischinensis* ressemble

au *Q. calophylla*, Schl., et le *Q. cyclophylla* au *Q. crassifolia*, Humb. Ces attributions sont d'ailleurs sérieuses, quant au genre, puisqu'on recueille à Coumi des vestiges de glands et de cupules et que le nombre des empreintes de feuille est considérable.

Ces données intéressantes confirment le point de vue auquel je me suis constamment placé, celui des affinités multiples et compliquées qui font de l'ensemble végétal tertiaire un composé d'un grand nombre d'éléments qu'il s'agit d'analyser avec patience.

Sans doute on a été porté à exagérer les liens singuliers par lesquels la végétation de l'ancienne Europe semble se rattacher à celle de la Nouvelle-Hollande. Ces liens se réduisent souvent à des analogies de formes dont le vrai caractère n'a pas encore été assez bien saisi pour être défini rigoureusement. Leur existence n'en est pas moins réelle; mais des analogies semblables se manifestent aussi avec bien d'autres contrées actuelles séparées de nous, soit par la ligne, comme les îles de la Sonde, l'Inde méridionale et le Cap, soit par de grands espaces continentaux, comme le Japon, la Californie et le Népaul. Il semble, en résumé, que chaque région du globe n'ait acquis que par degrés successifs les caractères qui lui sont propres. Les zones australes et boréales ont dû se séparer avant que les différences dans le sens des longitudes eussent commencé à s'accentuer. C'est par là qu'on expliquerait comment l'Europe a eu d'abord des traits communs avec les régions australes du Cap, de l'Inde et de l'Océanie, puisque, à mesure que ce caractère s'effaçait chez elle, elle a longtemps possédé des éléments de végétation pareils à ceux de l'Amérique du Nord et de l'extrême Orient. Les diversités régionales se sont depuis prononcées de plus en plus dans l'intérieur de la même zone; elles ont dû nécessairement être plus faibles à l'origine; mais il serait trop long d'insister sur la marche présumée de ce phénomène que nous pouvons bien considérer dans son ensemble, mais dont les détails auront besoin d'être longtemps recherchés avec soin, avant qu'on puisse songer à les définir d'une manière exacte. J'ai voulu montrer seulement comment l'étude de la végétation de Coumi pouvait conduire à la constatation d'un certain nombre de ces faits.

Après la communication de M. de Saporta, M. Albert Gaudry présente l'observation suivante :

M. de Saporta constate que l'abondance des chênes imprime un cachet particulier à la flore fossile de l'Eubée; il ajoute que la détermination de ces arbres offre de sérieuses garanties, car elle est basée sur l'étude des fruits aussi bien que sur la connaissance des feuilles. Quand je vois les botanistes retrouver tant de Chênes tertiaires, non-seulement en Grèce, mais aussi en Autriche, en Suisse, en Provence, lorsqu'en même temps je remarque qu'on signale des analogies entre ces Chênes et les espèces de l'époque actuelle, je ne peux m'empêcher de reporter mon souvenir vers un travail de M. de Candolle intitulé : *Étude sur l'espèce à l'occasion d'une révision de la famille des cupulifères*. Dans cet ouvrage, M. de Candolle a exposé avec détail les variations que présentent dans une même espèce les pétioles, les limbes des feuilles, les organes mâles, les fleurs femelles, les cupules et les glands; en présence des différences considérables observées sur la même branche, il a éprouvé de l'embarras à marquer la limite de la variabilité, et par conséquent à caractériser les espèces. Il me semble que, si on joignait aux espèces actuelles de Chênes toutes les espèces fossiles, les difficultés seraient encore plus grandes; sans doute la paléontologie viendrait confirmer le savant botaniste de Genève dans la croyance qu'il n'y a pas une différence constante entre ce qu'on nomme espèce et ce qu'on nomme variété.

M. Hardouin fait la communication suivante sur la géologie de la province de Constantine.

Sur la géologie de la subdivision de Constantine;
par M. L. Hardouin (Pl. V). (et back)

Ayant été chargé, en 1860, par Son Excellence le Ministre de la marine et des colonies, de dresser la carte géologique de la subdivision de Constantine, qui, avec celles des provinces d'Alger et d'Oran, formera une carte complète de la géologie de l'Algérie, nous avons consacré sept années de travail à cette œuvre. C'est un abrégé de nos études que nous présentons aujourd'hui dans ce mémoire.

L'histoire de la constitution géologique de la province de Constantine comptait déjà bien des pages avant que nous fussions appelé à ce travail minutieux, méthodique, que comporte

la construction d'une carte géologique. Nous avons eu des précurseurs et par conséquent des guides, et c'est dire de bons guides que de nommer MM. Renou, Fournel, Coquand.

Est-il nécessaire de dire que, marchant dans les voies tracées par ces maîtres, nous avons cherché à profiter de leur expérience, de leurs travaux, tout en conservant notre indépendance et la liberté de nos appréciations personnelles? Notre seul effort a été, en acceptant l'héritage de ces devanciers, de l'enrichir de quelques nouvelles acquisitions.

APERÇU GÉOGRAPHIQUE.

La subdivision de Constantine s'étend, le long du littoral, de Bougie au cap de Fer, et, dans l'intérieur, jusqu'aux confins du désert du Sahara, en longueur, sur un développement de 160 kilomètres, et, en profondeur, sur 230.

La superficie de la subdivision est de 30,000 kilomètres carrés.

Zones et climats. — La province de Constantine se divise en trois zones bien nettement tranchées.

La première est la zone du littoral. Elle s'étend de la mer jusqu'aux crêtes d'une chaîne dont les points remarquables sont : la Mahouna, près Guelma, el Djebel-Thaïa, les Toumiettes, el Kantour, près d'El-Arouch, Djebel-Sgao, Djebel-Msid el Aïcha, Djebel-Zouarha, Temesguida, Babor et Tababor.

Dans cette bande littorale règne le climat méditerranéen, humide et d'une salubrité imparfaite, d'une atmosphère débilitante. Une végétation abondante, des forêts étendues et des broussailles impénétrables couvrent généralement cette région; c'est le domaine des chênes-liége, chênes zen, chênes verts, oliviers, jujubiers, etc. Ce pays est beaucoup plus arrosé que les pays situés au sud; il le doit à la présence de la chaîne du Petit-Atlas qui le borde au sud, qui arrête une partie des nuages émanés de la Méditerranée. La région du littoral où ces différents caractères s'accentuent le plus est justement celle qu'on appelle la Kabylie, pays où se sont perpétués la langue et le rameau berbers.

La seconde zone s'étend au sud de la première jusqu'au versant méridional de la chaîne de l'Atlas, au pied de laquelle s'étend à son tour la troisième zone, indéfinie, qui est le Sahara.

Cette seconde zone s'étendrait ainsi de la chaîne d'el Kantour

et du Babor jusqu'à Biskra. Le climat appartient à la catégorie de ceux que l'on désigne sous le nom de continentaux, dont les caractères sont d'être secs, de présenter des écarts considérables de température. En effet la chaleur y est excessive en été, les nuits y sont souvent très-fraîches. La végétation arborescente spontanée y est relativement rare, indépendamment de l'influence des mœurs dévastatrices des Arabes, et les forêts naturelles ne se composent que d'essences à résine, pins d'Alep, genévriers, cèdres, etc.

La culture des céréales est répandue dans les plaines et les plateaux, tandis que les montagnes du roc nu, dépourvues de terre végétale, restent incultes. Au mois de juin, toute la végétation herbacée et annuelle a disparu et s'est flétrie; nulle verdure pour reposer l'œil fatigué. Les sources tarissent en grande partie. Des plaines d'une teinte d'ocre rouge, des montagnes à contours dentelés, grises ou azurées par l'opacité de l'air, tel est le spectacle grandiose et attristant à la fois que pendant quatre mois, jusqu'à septembre, présente cette zone plus singulière à mesure que l'on descend vers le sud.

La troizième zone, celle du Sahara, présente le contraste le plus frappant avec les deux autres. La faible hauteur de son immense plaine au-dessus du niveau de la Méditerranée, la température élevée de son climat, l'absence des cultures des céréales, et au contraire la maturation des dattes, principal aliment des sahariens ou saharis, tels sont les traits les plus saillants de la physionomie de cette contrée. Notre carte géologique, se conformant aux limites de la subdivision administrative, s'arrête au nord de cette région.

Altitudes. — L'Algérie se présente donc comme une longue chaussée entre deux plaines : au nord, la plaine d'eau de la Méditerranée; au sud la plaine de sable du Sahara. Pour mieux connaître ce bourrelet, il suffira de quelques hauteurs de montagnes, de cols et de plateaux.

Les points les plus élevés appartiennent à la chaîne du Grand-Atlas; on y mesure les altitudes suivantes :

Djebel Dir, près Tébessa.....	1,625 mètres.
Djebel Cheliah.....	2,310
Djebel Tunggurt, près Batna.....	2,101

Une seconde chaîne à laquelle nous croyons juste de restituer le nom de Petit-Atlas est celle dont nous avons parlé plus

haut et le long de laquelle sont disposées les cimes suivantes dont les altitudes le cèdent, mais de peu, aux précédentes.

Djebel Debar		1,050 mètres.
Thaïa		1,200
Toumiettes	997 et	0,994
Kef sidi Dris		1,976
Djebel Msid el Aïcha		1,482
Djebel Ahrès		1,355
Temesguida		1,785
Babor, Tababor		1,999

Petit-Atlas — Nous terminerons par quelques mots sur le Petit-Atlas et par les motifs qui nous ont déterminé à le distinguer, par cette appellation, de la chaîne principale qui devrait prendre le nom de Grand-Atlas.

Comme nous aurons occasion de le montrer plus loin, cette chaîne, dont les cimes sont nettement alignées, et si bien en relation les unes avec les autres, appartient à la même époque de soulèvement que le Grand-Atlas. Elles dépendent toutes deux du système des Alpes Principales, et donnent à la province de Constantine l'aspect général d'un plateau resserré entre deux murs, l'un, au sud, étant le Grand-Atlas, l'autre, au nord, étant la chaîne du Petit-Atlas qui s'étend du Babor et du Thaïa au Babor et au Tababor. D'après les hauteurs, on voit que ces montagnes sont presque aussi importantes que celles de la grande chaîne, sa contemporaine.

Le nom de Petit-Atlas aurait donc l'avantage de rappeler la contemporanéité d'origine et la relation d'importance de ces deux belles chaînes de montagnes.

GÉOLOGIE.

La subdivision de Constantine renferme des terrains d'origine plutonienne et d'origine sédimentaire.

Les roches d'origine ignée sont : des *granites*, des *porphyres*, des *pétro-silex quartzifères*, des *amphibolites*.

Granite. — Le granite se montre au Djebel-Filfila à l'est de Philippeville et dans le cercle de Collo, à Collo même, près du cap Bougaroni, à El Milia, sur la rive droite de l'Oued el Kébir.

Au Djebel Filfila, le granite est à petites parties : orthose blanc, quartz hyalin un peu gris, avec mica et aiguilles de tourmaline noire.

Le port de Collo est formé par une presqu'île constituée par un granite porphyroïde à feldspath blanc, quartz translucide, mouches de couleur ferrugineuse, cristaux hexagonaux lamellaires de mica noir bronzé, brillant.

A l'extrémité du promontoire, près du phare, et au versant ouest, le granite affecte la forme de prismes droits, à sections irrégulières de 4, 5 et 6 côtés de 2 mètres environ de largeur moyenne. Cette disposition est tout à fait celle des coulées basaltiques de l'Auvergne.

Au cap Bougaroni, à el Milia, et au massif de Seddets, rive gauche de l'Oued el Kébir, le granite passe quelquefois à l'hyalomicte.

Ces granites ont métamorphisé profondément les schistes siluriens et les grès quartzeux miocènes.

Pétro-silex quartzifères. — Le cap Bougaroni ou Séba-Rons est constitué par un pétro-silex quartzifère coloré en vert aigue-marine, à lamelles hexagonales de mica noir. Comme roches adventives de ce pétro-silex, nous citerons des filons de serpentine et de stéatite.

Porphyres. — Au cap Bougaroni, le granite se modifie et devient un porphyre blanc quartzifère. Un autre porphyre tout différent existe sur les côtes du golfe de Bougie. Sa teinte générale est sombre; au milieu d'un pâté feldspathique grisâtre sont des cristaux foncés de labradorite, des cristaux d'amphibole et des mouches de fer sulfuré.

Amphibolite. — Un pointement de roche d'amphibolite actinote rayonnée fibreuse coexiste avec ceux du granite au Djebel-Filfila. On en retrouve aussi au milieu des hauts plateaux surgissant à travers les couches subapennines.

TERRAINS STRATIFIÉS.

Alluvions. — Les dépôts contemporains d'alluvion présentent peu d'intérêt. Il suffira de remarquer que des vallées dans les hauts plateaux, renfermées entre deux chaînes de montagnes parallèles à la côte, devaient nécessairement engendrer des lacs pour peu qu'une dépression du sol y eût été ménagée lors de la dernière transformation du relief algérien. Ces dépressions ont, en effet, été produites comme l'indique la direction des lacs salés du Tell. Le soulèvement des Alpes (Atlas) les a barrées, fractionnées et converties en lacs. Le lac du Tharf est celui qui a donné lieu au plus grand dépôt d'alluvion remarquable.

A l'époque contemporaine se rapportent aussi des bancs de conglomérat fortement cimenté qu'on observe sur la plage du golfe de Stora. Ce sont des sables de la mer, formés aux dépens des roches siluriennes, quartz et schistes, qui ont été ainsi agglutinés. Ces bancs sont légèrement inclinés au nord et reposent sur des affleurements de schistes siluriens dressés, courant nord sud. Ils émergent actuellement de l'eau.

Les dépôts modernes indiquent que la côte a subi un relèvement de l'ouest à l'est.

Sur la plage de Djijelli on observe également un dépôt soulevé de plusieurs pieds au-dessus de la mer : c'est un grès coquillier marin, assez friable. Ce phénomène se rapporte sans aucun doute aux mêmes causes que le précédent.

Diluvium. — Dans les environs de Philippeville, sur le versant du Skikida au cimetière, à la tranchée du chemin de fer, sur la route de Saint-Antoine, à l'embouchure du Safsaf, on observe des brèches à gros éléments de fragments frustes de gneiss, quartz, schistes, arrachés au terrain silurien environnant. Cette brèche s'appuie sur le flanc des montagnes, domine de plusieurs mètres le niveau des alluvions de la plaine sous forme de banquettes épargnées par une nouvelle action érosive.

On retrouve les mêmes dépôts en forme de banquettes dans le bas des vallées de l'oued Zouhr, de l'oued Guebli, dans le cercle de Collo. Nous n'y avons trouvé aucun reste fossile, coquilles ou ossements.

Terrain pliocène. — Le terrain est de formation lacustre. Il se compose de trois parties aussi distinctes par leur nature que par leur mode de formation.

Le premier système, à la base, est un dépôt clysmien, composé de galets, souvent d'un volume énorme, arrondis, empâtés dans une argile sanguine. Les galets sont généralement des grès quartzeux arrachés au terrain falunien supérieur ; d'autres fois, ils sont en calcaire métamorphique de provenance cénomanienne. Une action extrêmement violente des eaux a dû nécessairement être l'agent mécanique de formation de ces galets et de leur transport. On n'y observe pas de fossiles.

Le second système, intermédiaire, témoigne d'une continuation de l'action de lavage, de transport, mais très-calmée ; ce sont des conglomérats fins, gris, friables, calcarifères, puis des argiles bariolées présentant les plus belles teintes : le rouge,

le blanc, le violet, le vert; les argiles renferment des stocks de gypse blanc saccharoïde ou lamelleux.

Dans les environs de Smendou, ce système intermédiaire change de nature et passe aux marnes argileuses, argiles bitumineuses, noires, contenant des couches de lignite impur, peu combustible; on y trouve de nombreux fossiles.

Le troisième système, supérieur aux deux autres, représente une époque de calme parfait; il est constitué par de belles et puissantes assises de calcaire d'eau douce en travertin blanc et rose. Toutefois ces dépôts n'affectent pas toujours la forme d'assises régulières, car il n'y a quelquefois qu'une croûte farineuse qui recouvre les galets du premier système, celui du milieu venant d'ailleurs à manquer.

Les fossiles abondent dans les deux systèmes supérieurs; ce sont les suivants :

Planorbis Jobæ,	Bourguignat,	Smendou.
Unio Dubocquii,	Coquand,	—
Nerita,		—
Helix (divers moules),	Abdelnour,	J. Debar.
Limnæa, —	—	—

Le terrain subapennin est confiné au nord par la chaîne du Petit-Atlas dont nous rappelons que les sommets sont de l'ouest à l'est, du Babor au Debar et au Thaïa.

Il occupe généralement les dépressions de terrain et constitue le sol des plaines et des plateaux; il gît sur les versants des montagnes en lambeaux épars, comme oublié par le dernier mouvement des eaux; et, chose remarquable, il se retrouve en encroûtements, en fragments et en lambeaux sur les sommets d'un grand nombre de ces montagnes; on le voit, sur la carte géologique, occuper un espace important au sommet du Djebel Msid el Aïcha, chaîne du Petit-Atlas. Toutes ces observations s'accordent pleinement avec la connaissance de ce fait, que le soulèvement des Alpes Principales a été la cause originelle du relief de la contrée qui nous occupe. En effet toutes les montagnes ont dû déchirer ce manteau des dépôts subapennins qui les recouvrait pour s'élancer aux hauteurs où elles sont actuellement.

Cette dernière époque de formation de travertin est intéressante encore à un autre point de vue. Elle indique qu'une période de production d'eaux thermales chargées de carbonate de chaux a été inaugurée sur presque toute la surface

de la Province, au sud du Petit-Atlas. Cette éjaculation a dû perdre tout à coup une grande partie de sa puissance au moment de la convulsion du boursouflement de l'Atlas.

Mais bien des témoignages irrécusables montrent que, même dans la période humaine, elle avait encore une puissance que nous ne lui connaissons plus de nos jours. Ainsi, nous avons eu occasion de voir des ruines de constructions balnéaires d'origine romaine, où adhèrent des incrustations de travertin, des baignoires en pierre encore debout, enduites de travertin, alors que nulle source n'existe plus dans le voisinage.

Les célèbres sources d'Hammam Meskoutine et les cônes de travertin si curieux prouvent que la force d'éruption des eaux chaudes calcarifères s'est fort affaiblie. Cependant de nombreuses sources existent encore dans les mêmes endroits où, jadis, elles étaient incrustantes, tandis qu'aujourd'hui elles ne le sont plus.

La conclusion est que la fin de l'époque subapennine a été une époque d'une action éruptive considérable d'eaux thermales calcarifères, action qui s'est continuée sans arrêt jusqu'à nos jours, mais allant toujours en s'affaiblissant.

Terrain miocène. — La formation dont il s'agit ici est, sans contredit, la plus difficile à déterminer. Cela tient à ce qu'elle est à peu près stérile en fossiles.

D'abord rangée dans les terrains crétacés par les premiers géologues, elle a été montée dans la série tertiaire après un meilleur examen des faits.

Il est, en effet, hors de doute, d'après l'observation de quelques coupes, qu'elle repose en stratification discordante sur le terrain crétacé supérieur, et même sur le terrain suessonien caractérisé par des fossiles. D'autre part, le terrain pliocène la recouvre très-nettement en mille endroits.

Le terrain miocène, très-développé sur la zone du littoral, à Constantine jusqu'à Ain Béïda, se compose de trois systèmes.

Un système supérieur de grès quartzeux à grains assez fins de quartz arrondis et cimentés par une argile d'origine feldspathique et des paillettes de mica. Sa couleur varie du jaune au rouge brique. Ces grès ne présentent pas toujours de stratification.

Les éléments constitutifs du grès doivent avoir été amenés de loin, car on ne connaît pas, dans le voisinage, de massifs de roches granitiques assez importants pour avoir pu fournir la matière de ces dépôts considérables d'étendue et d'épaisseur.

Le système moyen est un ensemble de calcaires lithographiques blancs et bleuâtres, de marnes et argiles grises, rouges ou noirâtres; il est moins épais que le précédent.

Le système inférieur varie suivant les localités.

Tantôt il est composé de marnes calcaires jaunâtres délitables, où foisonne l'*Ostrea crassissima*, Lamarck. On le voit développé et à nu, sans être recouvert par les calcaires, marnes et grès faluniens, au sud de la plaine de Sellaoua, au Djebel Meiman, au Djebel Zouabi; tantôt, dans les autres régions, le système inférieur est un conglomérat ou brèche, dont les éléments sont empruntés aux terrains sous-jacents; sur la formation silurienne, la brèche est formée de schistes bleus et de quartz; sur les terrains liasiques et nummulitiques, cette brèche est formée par les fragments de calcaire et marbre de ces deux formations.

Une dernière remarque à faire, c'est que, au nord du Petit-Atlas, dans la zone du littoral, le terrain falunien repose directement sur les schistes siluriens et roches cristallines et sur les marbres cités plus haut.

On peut conclure de toutes ces observations, que le *système de Corse et Sardaigne* a joué un rôle important dans la constitution du littoral de la province, car il a causé l'affaissement de cette zone au-dessous des eaux, pour que les dépôts miocènes s'y opérassent. Dès lors, on comprend la présence des premières assises à l'état de brèches grossières. Pendant ce temps, dans la région au sud, au Djebel Zouabi, à Milah, à Sellaoua, Fedj el Drias, existait une mer tranquille favorable à la vie animale.

Terrain éocène nummulitique. — Le terrain est composé de calcaire-marbre blanc ou grisâtre, cristallin, et quelquefois surmonté de bancs argileux. Il occupe peu d'étendue dans la province, mais ses différents gisements sont remarquables par la position qu'ils occupent. C'est un excellent point de repère, à raison de la persistance et de la profusion de ses foraminifères fossiles : *Nummulites Puschii*, d'Archiac, Toumiettes; *N. nummularia*, d'Orb.; *N. lævigata*, Lamarck, Djebel, Dir.

La formation nummulitique est la plus moderne qu'on trouve au couronnement des cimes du Grand-Atlas. On la rencontre en petites plates-formes de calcaire cristallin au-dessus et reposant sur les terrains suessonien et crétacé. Le plateau du Djebel-Dir et du Koudiat Tasbent en offre un exemple.

Au milieu des plaines des lacs salés, il n'est pas rare de voir

surgir, de dessous les dépôts subapennins, des mamelons de calcaire cristallin nummulitique.

C'est dans le Petit-Atlas que ce terrain se présente avec le plus d'intérêt; les couches ne sont plus horizontales comme dans le Grand-Atlas; elles sont redressées verticalement, et forment les beaux pitons du Toumiette oriental, du Sidi-cheik Rohou oriental, près d'El-Kantour, et du Djebel-Maksem, près Jemmapes.

Enfin, un dernier piton se trouve perdu dans la formation liasique au Nord du Babor : c'est le Kef Koubba.

Terrain éocène suessonien. — Ce ne sont pas des raisons d'école qui nous font subdiviser l'étage éocène en deux étages distincts, nummulitique et suessonien. Cette distinction découle naturellement de l'observation des faits. Il est bien vrai que dans le Grand-Atlas, au Djebel Dir, près Tébessa, au Koudiat Tasbent, dans les Nemenchas, dans l'Aurès, au Djebel Chechar, on voit les couches nummulitiques reposer sur les couches suessoniennes, ce qui permet déjà de considérer le nummulitique comme postérieur au suessonien; mais il arrive souvent aussi que le terrain nummulitique se trouve seul reposant sur les roches liasiques, comme dans le Petit-Atlas, au Djebel Sidi cheik ben Rohou, aux Toumiettes, etc.; ainsi, le terrain suessonien manque. De même encore, on trouve le suessonien seul reposant sur le sénonien, tantôt sans être recouvert, comme à Sigus, tantôt recouvert par le terrain falunien, comme à Medailsou, près du Djebel Meiman, plaine des Smoul.

La composition minéralogique du terrain suessonien varie beaucoup.

A Bordj ben Zekri ou Sigus, au Ferdjioua, au Djebel Meiman ou Medailson, c'est-à-dire dans la région avoisinant Constantine, le terrain est formé d'argiles ou marnes jaunes et de lumachelles. Les contours de ce terrain sont difficiles à déterminer. Les fossiles, dans ces localités, sont les suivants : *Ostrea multicostata*, Deshayes, Sigus; *O. strictiplicata*, Raulin, Sigus; *Venus Matheroni*, Coquand.

Dans le Grand-Atlas, au Djebel Dir, Djebel Grigra, Djebel Chechar, Nemencha, etc., le terrain suessonien est représenté par un calcaire compacte blanc, quelquefois crétacé, d'autres fois un peu cristallin. Il renferme beaucoup de silex noirs en rognons souvent très-gros et de formes bizarres. Dans les cou-

ches, les fossiles ont alors été siliciflés. La faune propre à cette région est composée ainsi :

Ostrea multicostata, Deshayes; *Periaster obesus*, Desor; *Ostrea linguafelis*, Coquand; *Macropneustes Baylei*, Coquand; *Turritella secans*, Coquand; *Thersitia ponderosa*, Coquand; *Cardita numida*, Coquand.

Le terrain suessonien repose immédiatement sur le terrain sénonien. Ce dernier occupe une bande allongée de Constantine à Sétif. L'inspection de la carte indique que le soulèvement des Pyrénées a été très-important dans la Province, car, d'une part, il a formé la chaîne de l'Édough à Bône; d'autre part, il a fait émerger du fond de la mer toute cette bande de terrain entre Sétif et Constantine, sauf quelques espaces où les dépôts subapennins ont pu se faire, et dont nous ne voyons cependant qu'une faible partie, à cause de l'érosion violente qui s'est exercée à l'origine du terrain subapennin.

Terrain sénonien. — L'étage de la craie blanche est très-répandu dans la Province. Les affleurements forment dans leur ensemble un grand V dont les branches courent suivant la direction N. O., et l'autre suivant la direction S. O., à partir du plateau du Dir.

Les terrains sénonien et cénomanien sont les deux plus puissantes formations de toutes celles que nous passons en revue, et qui concourent à l'ossature de cette partie du globe.

La constitution minéralogique de l'étage sénonien est partout calcaire et marneuse. Calcaire compacte, à cassure conchoïdale, soit dur, soit mou, blanc, gris ou bleu, et souvent bitumineux, fétide. Les marnes sont grises et noires, se délitant aisément.

De Bordj ben Zekri au Ferdjioua et au Babor, on observe dans les bancs calcaires des lits de rognons de silex noirs, tantôt sphéroïdes, tantôt noduleux, de formes quelconques. La matière siliceuse affecte enfin d'autres fois la forme de bancs minces continus. Les dépôts siliceux établissent une analogie frappante entre notre terrain sénonien d'Afrique et le terrain de craie blanche de France.

Les fossiles caractéristiques sont les suivants :

Inoceramus regularis.....	D'Orbigny, Ain-Béida.
Inoceramus Brongnartii...	Park, —
Inoceramus Cripsii.....	Goldfuss, —
Ostrea cornu-arietis.....	Coquand, Khenchela, Djafa.

Ostrea Nicaisei.....	—	Dj. Chechar.
Ostrea Renoui.....	—	Abdelnour.
Ostrea Fourneti.....	—	Dj. Chechar.
Ostrea Villei.....	—	Abdelnour.
Ostrea Forgemolli.....	—	Doukkan.
Ostrea Bomilcaris.....	—	Abdelnour.
Pecten tricostatus.....	Bayle, Doukkan.	
Micraster brevis.....	Desor, Ferdjioua,	
Radiolites Nicaisei.....	Coquand, Oued Chabro.	
Ostrea dichotoma.....	Bayle, Dj. Grigra.	
Ostrea therestensis.....	Coquand, Oud Chabro.	
Gryphæa proboscidea.....	d'Archiac, Dj. Grigra.	
Fusus Reynesi.....	Coquand, Doukkan.	

C'est dans l'Atlas que le terrain sénonien renferme le plus de richesses paléontologiques. Les Inocérames à l'état de moules sont répandus partout.

Terrain turonien. — L'étage de la craie tuffeau n'a que quelques mètres d'épaisseur. Il repose généralement en concordance de stratification sur les couches de craie chloritée. Ces deux terrains ont la même nature minéralogique dans tous les massifs montagneux situés du Djebel Fedjoudj jusqu'à Constantine : c'est un calcaire bleu ou gris, métamorphique, compacte et dur.

On ne le distingue donc pas aisément de la formation inférieure, à moins d'y trouver ses fossiles habituels. On en constate la présence sur la rive droite du ravin de Constantine, dans des bancs recouverts par les marnes noires sénoniennes, au Nif en eer, au Djebel Allouda et à Tébessa.

Ces fossiles sont :

Hippurites cornu-vaccinum...	Bronn, Constantin.
Sphærulites Desmoulinsi.....	Bayle, Abdelnour.

Terrain cénomanien. — L'étage de la craie chloritée se présente sous deux aspects divers suivant les régions où on l'observe.

De la chaîne du Bou Arif el Fedjoudj au sud jusqu'à Constantine et Djebel Hekahl au nord, cette formation se compose principalement de bancs épais contigus de calcaire métamorphique, compacte, dur, susceptible d'un beau poli, d'une couleur variant du noir bleuâtre au gris clair, et de quelques lits de marnes jaunes assez riches en fossiles.

Au sud du Djebel Fedjoudj, cette formation se compose de

calcaire terreux, compacte, avec intercalations nombreuses, de bancs marneux dans lesquels se trouve une grande variété de fossiles. Les environs de Tébessa et de l'Aurès, le col de Ténoukla, sont des noms déjà classiques dans la géographie paléontologique.

Les fossiles que nous avons recueillis sont (1) :

Terebratula biplicata.....	Defrance, Djibel Fartas, Sigus.
Terebratula striata.....	Fartas.
Terebratula Menardi.....	—
Terebratula obesa.....	Sowerby, Dj. Belgrour.
Rhynchonella sulcata.....	Dj. Fartas.
Ammonites varians.....	Sow., Oued Chabro.
Ammonites rhotomagensis..	Brongn., Bouiédra, Tebessa.
Ammonites Fourneli.....	Bayle, Amamra, Aurès.
Nautilus (nova sp.).....	Bayle, Oued Chabro.
Ceratites Verneuili.....	Coquand, Khenchela.
Ostrea Overwegi.....	de Buch, Oued Chabro, Amamra.
Ostrea auressensis.....	Coquand, — —
Ostrea flabellata.....	Bayle, Tébessa, Amamra.
Ostrea scyphax.....	Coquand, Oued Chabro.
Ostrea carinata.....	Lamarck, Mesloula.
Ostrea Senaci.....	Coquand, Oued Chabro.
Ostrea Delettrei.....	— —
Holectypus serialis.....	Deshayes, Amamra.
Hemiaster Fourneli.....	— Oued Chabro. Amamra.
Cyphosoma major.....	Coquand, Mesloula.
Cyphosoma Delamarrei...	Desor, Oued Chabro.
Hemiaster batnensis.....	Coquand, Oued Mougra, Khenchela.
Pygaster batnensis.....	— Chott Mzouri.
Echinoconus carcharias....	— Kroumsald, Kenchela.
Oursin (nov. gen.).....	Bayle.
Janira quinquecostata....	d'Orbigny, Kenchela.
Cardium hillanum.....	Sowerby, Mesloula.
Cardium Pauli.....	Coquand, Dj. Mezezoua.
Plicatula auressensis.....	— Oued Chabro.
Sphærulites foliaceus....	Lamarck, Constantine, Allouda.
Sphærulites ponsianus....	d'Archiac, Abdelnour.
Pterodonta inflata.....	d'Orb., Oued Chabro.
Nerinæa Pauli.....	Coquand, Dj. Fedjoudj.
Nerinæa Archimedi.....	— —
Nutica Gervaisi.....	— Oued Chabro.

(1) Un grand nombre de ces espèces nouvelles ont été envoyées par nous à la collection de l'École des Mines.

Natica æquiaxis.....	—	Tébessa.
Trigonia distans.....	—	Dj. Aïchour, Tébessa.
Turritella pustulifera....	—	Tébessa.
Turritella leoperdites....	—	—
Turritella nærinæformis...	—	—
Fusus affinis.....	Bayle, Oued Chabro.	
Fusus conspicuus.....	Coquand, Cercer el Dir.	
Lima Payeni.....	—	Kroumsaïd.
Arca parallela.....	—	Oued Semarlaoud.
Cyprina africana.....	—	Dj. Mezezoua.
Cœlosmilia Fromenteli....	—	Oued Chabro.
Flabellina.....	—	Kroumsaïd.
Aspidiscus cristatus.....	Milne-Edw.-Haime, Chott Mzouri.	
Orbitolina lenticulata....	Pictet, Grioun, Fedjoudj, etc.	

Terrain albien. — Le terrain albien affleure sur une très-petite étendue, au Djebel Sidi Reghéis, et au Fedj el Dréis.

Ce sont des calcaires argileux en plaquettes ; sur l'une d'elles une empreinte recueillie par nous, déterminée par M. Bayle, se rapporte à l'espèce : *Ammonites inflatus*, Sowerby, Tedj el Drias. Une autre empreinte aussi de l'espèce :

Hamites rotundus..... Sowerby, Tedj el Drias.

Terrain aptien. — Le terrain aptien concourt pour une faible partie, ainsi que les terrains albien, turonien, néocomien, à la constitution lithologique du sol de notre subdivision. On en suppose un affleurement dans les environs de Constantine par suite de la découverte d'un magnifique échantillon de : *Ancyloceras Matheroni*, d'Orbigny. Nous signalons en un autre point au Tedj el Drias : *Ammonites consobrinus*, d'Orbigny.

Terrain néocomien. — Le terrain néocomien est toujours recouvert par les terrains crétacés moyens, principalement par la craie chloritée.

Nous n'avons admis comme néocomiennes que les couches qui contiennent ces fossiles caractéristiques : *Chama ammonia*, Goldfuss ; *Pecten numidus*, Coquand. De cette manière le terrain néocomien ne sera représenté que par des affleurements à la base de la chaîne du Fedjoudj, notamment à Foum el Hamia et à la plaine du Tharf.

Terrain sinémurien. — Le terrain sinémurien ou infra-lias vient immédiatement après la formation jurassique dont les affleurements manquent complétement dans les limites de la subdivision. Le lias est représenté par son étage inférieur, qui

a été soulevé à l'époque du système des Alpes Principales, et se montre à découvert dans la chaîne du Petit-Atlas, où il est associé aux marbres blancs nummulitiques.

Nous avons retrouvé après M. Coquand le *Pecten Hehli*, d'Orbigny, au Djebel Sidi Cheik ben rohou, près du col d'El Hantour, au village de l'Armée française. Il existe le long du Petit-Atlas des pointements d'un marbre d'une nature minéralogique identique où les fossiles paraissent manquer. Ils se trouvent tous relevés aussi et associés aux roches nummulitiques. En l'absence de preuves paléontologiques, nous avons rangé provisoirement dans l'étage sinémurien toutes les crêtes de calcaire marbre blanc du Filfila (marbre blanc statuaire) du Djebel Safia, Chbébik, Masseur, Toumiette occidental, Kef Sidi Dris, Djebel Msidelaïcha, Kef Maarouf, et du marbre affleurant au Babor et au Tababor, au Kef Aïchour sur le golfe de Bougie, où on retrouve encore le terrain nummulitique, le Kef Koubba.

Dans cette région du Petit-Atlas, il n'existe au-dessus du terrain silurien que l'infra-lias, l'éocène, le miocène et le pliocène.

Terrain silurien. — Dans notre subdivision et sur le littoral, on voit donc qu'il manque toute la série des terrains depuis l'infra-lias jusqu'au silurien, et par conséquent il manque le terrain houiller qui par sa richesse habituelle en combustible a le privilége d'intéresser les personnes les moins versées dans la science géologique.

Le terrain que nous considérons comme silurien est composé de phyllades ou schistes bleus luisants, traversés de veines de quartz blanc, soit en amas, soit en veines. Nous attribuons la plus grande partie de ce quartz à une action métamorphique qui l'a chimiquement produit. Il existe aussi dans nos schistes plusieurs formations calcaires. Mais le métamorphisme a agi fortement sur l'une et l'autre roche. Le calcaire a passé à l'état de marbre lamellaire blanc, rempli de lamelles de mica argentin et de mouches de fer oligiste et de pyrite de fer. Les schistes ont pris toutes les formes depuis le schiste type jusqu'au granite véritable, en passant par celles des gneiss, gneiss tourmalinifère, schiste amphibolique; on voit à l'oued el Khanga, près de Gastonville, les bancs de granite intercalés dans des couches de schistes. On ne peut admettre que cela résulte d'une insertion de filon. Cela tient au contraire à une action métamorphique qui a agi différemment sur des couches de compositions feldspathiques différentes.

Toute la zone du Petit-Atlas à la mer est remarquablement stérile en fossiles. Quant au terrain schisteux, il n'y a été jamais trouvé le moindre vestige d'être organisé. On y trouve seulement de légers filets d'anthracite. On est donc réduit aux conjectures pour préciser son âge.

En lisant un compte rendu de travaux sur la géologie, le terrain silurien et les minerais de fer de l'île de Sardaigne, nous avons été frappé de l'analogie qui existe entre ces diverses roches et ces gisements de la Sardaigne d'un côté et le terrain schisteux paléozoïque du littoral de l'Algérie et les minerais de fer oxydulé magnétique répandus le long de la côte depuis le massif de la Bouzaréah à Alger jusqu'à Collo, Philippeville, l'Edough et Bône. Cette analogie avait également frappé l'auteur.

C'est sur cette analogie que, jusqu'à nouvel ordre, et à défaut de renseignements paléontologiques, nous nous fondons pour rapporter la formation schisteuse du littoral au terrain silurien.

DES LACS SALÉS DU TELL.

Dans la région des plateaux qui s'étendent au nord du Grand-Atlas, région circonscrite entre Constantine, Sétif, Aïn Beïda et Batna, se trouvent disposés, comme les grains d'un chapelet, les grands lacs salés du Tell.

Ce sont les suivants : Guerah el Tharf, Guerah el Guellif, Guerah ank Djemel, Chebka Djendeli, Chott Mzouri, Chott Tinsilt (Aliàs, Chott Gharbia, Chott Cherguia) et le Chott el Bida.

Le plus grand de ces lacs, le Guerah el Tharf, n'a pas moins de 16 kilomètres de diamètre moyen, et le plus petit, le Chott Tinsilt, a encore 4 kilomètres de large. Ils sont tous très-peu profonds. Le sol en est ferme sur les bords et dans la partie noyée, car les Arabes les traversent sans danger.

Pendant la saison chaude, des cristallisations de sel marin se forment sur les bords. Les eaux ont un goût saumâtre, amer et désagréable.

Les bords de ces lacs sont tantôt plats, tantôt bordés de petits monticules et de plaines formées de roches subapennines, argile, gypse, ou appartiennent au terrain alluvionnaire du lac, comme au Chott el Bida; c'est alors un sable très-fin que soulève le moindre vent; en regardant avec soin cette poussière, on trouve qu'elle est formée de très-petits cristaux de gypse.

Le chlorure de sodium y a-t-il été introduit par éruption, à travers les failles et fractures, pendant la dislocation et la formation de l'Atlas? C'est l'explication que nous proposons pour ce sel, qu'on trouve dans ce terrain d'eau douce. Ce qui est certain, c'est qu'un grand nombre de ruisseaux, appelés par les Arabes *Oued el Melah*, ou rivière salée, et qui sont effectivement salés, sillonnent les dépôts subapennins en beaucoup d'endroits.

Il est donc naturel que les eaux pluviales, lavant ces terrains et se rendant dans les lacs, y opèrent, comme dans des bassins de concentration, sous l'action énergique du soleil et du vent de siroco sur ces larges nappes d'eau si peu profondes.

A la carte géologique (Pl. V) se trouvent jointes deux coupes hypothétiques, raisonnées, de la subdivision, faites du nord au sud, la première, par Philippeville, Constantine et Khenchela, la deuxième, par Collo, Milah, le plateau de Sétif et les environs de Batna.

Le Secrétaire présente la note suivante de M. Ébray :

Sur les couches à Terebratula diphya *de la Porte de France;* par M. Th. Ébray.

J'ai déjà traité cette question dans une note intitulée : *Nullité du système de soulèvement de la Côte-d'Or* (1), en montrant qu'il ne s'est pas produit de cataclysmes violents à la fin des terrains jurassiques, et que, par conséquent, les premières couches crétacées sont venues se déposer sur les dernières couches du Jura en subissant les modifications paléontologiques et minéralogiques qui se reproduisent dans les sédiments marins soumis à des oscillations lentes, non synchroniques, et ayant, par conséquent, produit des effets limités en étendue et incapables d'établir des séparations générales.

Je tâcherai ici d'avancer encore de quelques pas dans cette question ardue.

On sait que M. Hébert, après avoir trouvé que les échantillons de la Porte de France envoyés par M. Lory se rapportent aux espèces suivantes :

« *Ammonites subfimbriatus*, *semi-sulcatus*, *Rouyanus*, *A. Calypso*, *Ammonites subfascicularis*, *Belemnites latus*, » n'hésite pas

(1) *Société des sciences industrielles de Lyon*, 1867.

à proclamer que les calcaires de la Porte de France sont néocomiens.

Revenant plus tard sur la faune à *Terebratula diphyoides*, M. Hébert assimile avec raison les couches de Berrias aux calcaires de la Porte de France (1), puisqu'elles fournissent aujourd'hui *Belemnites latus*, *Ammonites subfimbriatus*, *A. semisulcatus*, *Rouyanus*, *A. subfascicularis*, *A. rarefurcatus*, *Aptychus seranonis*, *Aptychus Malbosi*, *Metaphorinus transversus*.

Mais dans cette interprétation, M. Hébert ne tient aucun compte de la brèche jurassique qui couronne les calcaires d'Aizy. Or, l'existence de cette brèche constitue, comme nous le montrerons plus tard, une donnée capitale; et celui qui, en présence de ce fait, continuerait à considérer les calcaires de la Porte de France comme néocomiens, me semblerait, en vérité, faire trop bon marché de la stratigraphie.

Nous verrons d'ailleurs qu'elle ne contredit pas les données paléontologiques.

Dans une notice toute récente sur les calcaires de la Porte de France par M. Pictet, le savant paléontologiste de Genève, dans le but, sans doute très-louable, de donner plus ou moins raison à tout le monde, sépare les calcaires de Berrias des calcaires de la Porte de France, et crée une série d'espèces de Térébratules trouées qui toutes, à notre avis, ne représentent que des variétés géographiques.

En résumé, quoique M. Pictet nous dise à la première page de cette notice que le moment est venu d'établir un certain nombre de faits essentiels, il cherche à nous montrer à la dernière page de cette même notice que les limites de la période jurassique et de la période crétacée, dans cette région, ne pourront être fixées avec sécurité que quand on connaîtra mieux la faune de Stramberg.

Mais si les géologues de Stramberg prétendent que leur limite ne pourra être fixée avec sécurité que quand on connaîtra mieux la faune d'Aizy ou celle de Berrias, la question deviendra fort embarrassante.

Respectons l'embarras et la prudence de M. Pictet, mais, disons-le bien haut, la méthode de conclure d'une façon si sommaire que les couches d'Aizy et de la Porte de France

---

(1) *Bulletin de la Société géologique de France;* Deuxième note sur les Calcaires à *Terebratula diphya* de la Porte de France, t. XXIV, p. 889.

sont néocomiennes, sans examiner si le néocomien du Midi de d'Orbigny est bien le véritable néocomien, conduit à s'exposer à tourner dans un cercle vicieux beaucoup plus dangereux que celui inventé par M. Pictet, allant de Stramberg à Berrias et de Berrias à Stramberg.

Nous examinerons dans ces quelques lignes si d'Orbigny a produit des raisons à l'appui de sa classification du néocomien du midi de la France; nous dirons ensuite quelques mots sur les caractères généraux des fossiles rencontrés à la Porte de France, à Aizy et à Berrias; enfin nous donnerons un résumé de l'étude stratigraphique que nous venons de terminer, en suivant attentivement la limite des terrains jurassiques depuis Cirin, près Lhuis, jusqu'à Berrias.

On est tout d'abord étonné en parcourant, soit la *Paléontologie française*, soit le *Cours de paléontologie stratigraphique* de d'Orbigny, de trouver si peu de raisons à l'appui de sa classification, et cependant les opinions très-disparates qui ont été émises sur le soi-disant néocomien inférieur du Midi auraient dû engager le savant paléontologiste à traiter cette importante question au point de vue stratigraphique, comme il l'avait d'ailleurs fait pour d'autres dépôts.

D'Orbigny ne donnant pas d'études stratigraphiques capables d'éclairer sa classification, examinons ce que d'autres géologues ont produit sur cette matière. Il suffit de jeter les yeux sur les travaux de M. Scipion Gras pour se convaincre de l'existence du cercle vicieux dans lequel on risquerait de tomber, si l'on cherchait à traiter la question des couches à *Terebratula diphya* avec la simplicité de méthode employée par M. Hébert.

Nous emprunterons les citations que nous allons faire à la *Description géologique du département de Vaucluse*, dans le but seulement de montrer l'obscurité dans laquelle est plongée cette question importante, et sans nous rendre solidaire de l'opinion de l'auteur sur certaines questions de détails, spécialement sur la question des marnes à *Ancyloceras*. On lit, page 96, à propos de ces marnes : « M. d'Orbigny a reconnu, comme M. Matheron, et d'une manière encore plus certaine, parce qu'il avait à sa disposition des matériaux plus nombreux, que le groupe des marnes à *Ancyloceras* renfermait une faune spéciale; mais manquant de données, à ce qu'il paraît, pour déterminer sa position géologique, il a supposé qu'il était parallèle au calcaire urgonien; il en a fait le faciès côtier de ce calcaire. Il est à remarquer que d'Orbigny n'a appuyé son opi-

nion sur aucune raison. Un peu plus tard, M. d'Archiac a assigné encore une autre place aux marnes à *Ancyloceras*; il les a mises au-dessous du calcaire urgonien, ou, en d'autres termes, il les a rapportées au néocomien inférieur.» Et page 101 : « De l'ensemble de ces faits que nous ne pourrions exposer ici avec plus de détails sans nous écarter beaucoup de notre sujet, nous avons tiré cette conséquence, que les changements brusques du niveau des mers et les soulèvements des montagnes, qui ont séparé l'époque jurassique de l'époque crétacée, n'ont pas eu lieu entre les couches à fossiles jurassiques et celles à fossiles néocomiens, mais entre ces dernières et la formation des marnes à *Ancyloceras*. Pour cette raison, nous considérons ces marnes comme formant seules la base du terrain crétacé. Quant aux couches à fossiles néocomiens, nous les rapportons à une époque géologique antérieure. Nous croyons que la faune néocomienne a été contemporaine de la grande faune dite jurassique. »

Examinons maintenant les caractères généraux des fossiles que l'on rencontre dans le néocomien tout à fait inférieur ou dans les couches à *Terebratula diphya*.

M. Hébert (1) cite à Aizy les espèces suivantes :

Ammonites subfimbriatus, *A. semisulcatus*, *A. Calypso*, *A. Grasianus*, *A. Malbosi*, *A. rarefurcatus*, *A. Dalmasi*, *A. privatensis*. Dans un autre mémoire, le professeur de la Sorbonne avait cité dans les calcaires de la Porte de France : *A. subfimbriatus*, *A. semisulcatus*, *A. Rouyanus*, *A. Calypso*, *A. subfascicularis*, *Belemnites latus*.

M. Pictet donne, comme on le sait, la description de la faune à *Terebratula diphyoides* dans ses *Mélanges paléontologiques* (2e livraison).

1° *Belemnites latus*. Cette Bélemnite a été citée par M. Pictet, qui s'exprime ainsi : « Nous n'en connaissons que deux échantillons certains; l'un d'eux, que nous figurons, m'a été donné par M. de Malbos fils, qui l'avait recueilli dans une pierre à bâtir; l'autre fait partie de la collection du frère Euthyme. »

M. Pictet n'a pas rencontré personnellement cette Bélemnite. Malgré mon désir de la recueillir à Berrias, je n'ai pu y parvenir, circonstances qui prouvent en premier lieu qu'elle est fort rare dans ces dépôts.

---

(1) Deuxième note sur les Calcaires à *Terebratula diphya* de la Porte de France.

Nous savons que M. de Malbos était un collectionneur très-respectable, mais qu'il n'y a pas à se fier sur son classement. Le frère Euthyme m'a, en outre, montré dans sa collection à Saint-Genix une Bélemnite déformée de l'oxfordien ayant les caractères du *Belemnites latus;* et je dois dire que ce fait se présente très-souvent dans l'oxfordien de l'Ardèche.

La Bélemnite figurée par M. Pictet ne paraît même pas posséder la cavité alvéolaire. Pour ces différentes raisons, je me permets d'attendre de plus nombreux et de meilleurs échantillons avant d'admettre les *Belemnites latus* dans les couches à *Terebratula diphya.*

Les mêmes observations s'appliquent aux *Belemnites Orbignyanus.* D'un autre côté, nous avons recueilli à Aizy, à Vogué, à Chandolas, à la Maison-Neuve (route de Joyeuse), une série nombreuse de Bélemnites ayant tous les caractères des *Belemnites Royerianus* de l'étage corallien ou de calcaire à Astartes.

2° *Nautilus.*

Beaucoup de types sont nouveaux; nous dirons cependant avec M. Pictet, en ce qui concerne le *Nautilus Malbosi* : « l'espèce qui lui ressemble le plus est le *Nautilus biangulatus* de la grande oolithe. »

Quant aux espèces à cloisons peu sinueuses, j'annonce que le *Nautilus berriasensis* correspond entièrement à une espèce que j'ai rencontrée dans l'étage kimméridien de Pouilly-sur-Loire. M. Pictet compare le *Nautilus berriasensis* au *Nautilus lævigatus*, en prétendant que ce dernier type est tout différent, et au *Nautilus semistriatus* du lias, ce dernier ayant un ombilic bien plus grand.

En général, le faciès général des Nautiles de Berrias me paraît plutôt jurassique que crétacé.

3° *Ammonites semisulcatus.*

Dans la dissertation de M. Pictet, on remarque les lignes suivantes, p. 69 : « Nos échantillons de Berrias sont encore très-voisins de l'*Ammonites Hommairei* (d'Orbigny) de l'étage kellovien (1), qui a, comme eux, des bourrelets au pourtour. On peut même aller jusqu'à dire que quelques exemplaires de ce

(1) Il est évident que nous n'acceptons l'*Ammonites Hommairei* (d'Orb.) que sous bénéfice d'inventaire. Cette espèce, trouvée en Crimée, aux environs de Chaudon (Basses-Alpes), au mont du Chat, ne pourra réellement être établie d'une manière définitive que quand la question du néocomien aura été tirée complétement au clair.

A. Hommairei lui ressemblent plus que ne semblerait l'indiquer la planche 173 de la *Paléontologie française.* » Il n'est pas sans intérêt de montrer l'incertitude dans laquelle était d'Orbigny en écrivant sa *Paléontologie*. Notre regretté confrère dit en effet, p. 173, t. I, *Terrains crétacés :*

« Cette espèce remarquable a été découverte aux environs de Gap, par M. Jeannot. Ce zélé naturaliste *croit* qu'elle appartient aux couches néocomiennes. »

4° *Ammonites berriasensis.*

Nous reproduisons les lignes suivantes du savant paléontologiste de Genève; elles montrent jusqu'à quel point il était embarrassé dans la séparation de cette espèce (p. 71) :

« Elle a en revanche des rapports très-intimes avec l'*Ammonites tatricus* des étages kellovien et oxfordien; on y reconnaît le même enroulement, la même forme générale et presque identiquement les mêmes cloisons. Leur comparaison avec de bons échantillons de diverses localités jurassiques m'a laissé quelques incertitudes, car il y a entre ces derniers des différences très-appréciables suivant le gisement d'où ils proviennent. »

5° *Ammonites subfimbriatus.*

D'Orbigny dit, page 122 de sa *Paléontologie française, Terrains crétacés*, tome I :

« Par ses stries festonnées, caractère rare parmi les Ammonites, par ses côtes transversales, par ses tours de spire convexes, cette espèce se rapproche un peu de l'*Ammonites fimbriatus;* mais elle s'en distingue par ses stries bien plus fines, par ses côtes plus régulièrement espacées, par la légère compression de ses tours de spire, puis par les lobes de ses cloisons tout à fait différents.

Ammonites Dalmasi.

M. Pictet trouve avec beaucoup de raison que cette espèce a des rapports avec l'*Ammonites radisensis;* je dirai même que ces rapports sont très-intimes, et l'on sait que l'*A. radisensis* occupe le calcaire à Astartes.

Ammonites Grasianus. — Type spécial.

Ammonites Nieri. — D'après M. Pictet, on ne trouve aucune espèce jurassique à lui comparer; cependant, en examinant la figure qu'en donne M. Pictet et celle que donne d'Orbigny de l'*A. rotundus* (pl. 216) de la *Paléontologie française, Terrains jurassiques*, t. I, on est frappé de l'analogie de ces deux espèces.

L'*Ammonites rotundus* a l'ombilic un peu plus ouvert et le tubercule terminal aux deux tiers de l'épaisseur des tours moins

accentué; nous savons que ces différences ne sont pas spécifiques.

Ammonites rotundus est *kimméridien.*

Ammonites Euthymi. — Ce type se rapproche en effet du groupe de *radiatus;* il ne s'écarte pas cependant beaucoup du type *Eugenii* de l'oxfordien; il faut cependant reconnaître que l'*A. Euthymi* est, de toutes les Ammonites de Berrias, celle dont la physionomie se rapproche le moins de celles d'espèces jurassiques.

Ammonites Malbosi. — On sait que d'Orbigny a assimilé l'*A. Malbosi* à l'*A. anceps.* Quoique cette assimilation soit erronée, elle prouve cependant avec assez d'éloquence le faciès jurassique de cette espèce.

Ammonites Boissieri et A. occitanicus.—Ces Ammonites se rapprochent de l'espèce *Eudoxus* de l'étage kimméridien tant par leurs tubercules ombilicaux que par leurs côtes interrompues sur le dos.

Ammonites rarefurcatus. — Les dégradations qui font passer l'*A. Boissieri* à l'*A. occitanicus*, et celui-ci au *rarefurcatus*, font écrire à M. Pictet les lignes suivantes, p. 82 : « Il faudra cependant avoir pu l'étudier sur un plus grand nombre d'échantillons avant de pouvoir décider si elle se lie à cette *occitanicus* par des transitions ou si elle en reste toujours indépendante. »

D'un autre côté, M. Hébert (t. XXIV, p. 391, *Bulletin de la Société géologique de France*) annonce qu'il a été porté à trouver des rapports entre le *rarefurcatus* et le *plicatilis.*

Je possède en effet certains échantillons de *rarefurcatus* qui ont à peine les côtes interrompues sur le dos et que l'on pourrait parfaitement confondre avec le *biplex.*

Ammonites privatensis.— M. Pictet lui trouve des analogies avec les *Ammonites Calisto, asperrimus, biplex* et *anceps.*

Je trouve surtout cette dernière assimilation remarquable. Je possède des *Ammonites anceps* qui ne sauraient être facilement distingués du *privatensis*, quoique M. Pictet lui trouve les côtes plus flexueuses et bifurquées plus tard.

Ammonites Astierianus. — J'ai trouvé dans l'oxfordien supérieur de Lapoulte des échantillons de *biplex* fortement renflés, se rapprochant beaucoup de certains *Astierianus.* D'un autre côté, M. Pictet s'exprime ainsi à propos de la variété n° 3, p. 87 : « Dans cette variété, les tubercules sont situés sur une sorte de carène, en dehors de laquelle l'inflexion est plus grande

que dans les précédentes, de sorte qu'ils laissent moins de place aux flancs. C'est presque la forme de quelques espèces jurassiques (*coronatus*, etc.). »

Nous pourrions continuer ces comparaisons en passant en revue les brachiopodes et les échinodermes, où nous constatons les formes à faciès jurassique des *Collyrites transversarius* et *Voltzii*; mais nous pensons que l'examen que nous venons de faire des céphalopodes prouve qu'en jetant un coup d'œil général sur la faune de Berrias, d'Aizy ou de la Porte de France, et en mettant de côté la classification préconçue du néocomien méridional de d'Orbigny, on ne tarde pas à reconnaître que tous les prototypes des céphalopodes de Berrias (*Hommairei*, *biplex*, *anceps*, *fimbriatus*, etc.) se rencontrent dans les terrains jurassiques, et que les dérivés de ces types s'éteignent au-dessus des couches qu'on a désignées à tort comme néocomiennes.

La régularité de la sédimentation, non interrompue par des phénomènes perturbateurs, a permis, en effet, à ces prototypes de se développer régulièrement sous l'influence de la variation des milieux vitaux, et celui qui ne verrait pas une succession remarquable dans l'apparition de types semblables, depuis le lias jusqu'au néocomien inférieur du Midi (pour nous le jurassique supérieur), fermerait les yeux devant une des manifestations les plus curieuses de la nature.

Les affinités de la faune des couches à *Terebratula diphya* étant jurassiques, il devenait intéressant de voir si la stratigraphie viendrait confirmer ces affinités. Nous venons de terminer cette étude, et nous nous empressons, dès aujourd'hui, d'en faire connaître les résultats généraux, de même que la méthode que nous avons suivie. Nous avons pris comme point de départ les environs de Lhuis (Ain), où, comme à Cirin, on constate tous les termes des terrains jurassiques, y compris le kimméridien et le portlandien terminés supérieurement par une couche de poudingue.

Nous avons admis que cette couche de poudingue représentait un niveau synchronique, et, comme il nous a été possible de la suivre pas à pas depuis les environs de Lhuis jusqu'à Berrias, où elle est encore bien développée, par Lemenc (Savoie), Aizy (Isère), le Pouzin, Chomerac (Ardèche), environs de Vogué, Chandolas, etc., nous avons conclu que les formations situées au-dessous de cette couche sont jurassiques, et qu'en particulier

1° Les bancs épais situés immédiatement sous ce poudingue d'une allure si constante représentent le portlandien;

2° Les calcaires à grains fins exploités à Cirin comme pierres lithographiques, et représentant l'étage kimméridien, se prolongent avec les mêmes allures et le même faciès jusqu'à Berrias, où ils contiennent la *Terebratula diphya* et les autres fossiles décrits par M. Pictet;

3° La *T. diphya* de Grenoble et la *T. diphyoides* de Berrias appartiennent à la même espèce;

4° Il me paraît à peu près certain que les couches de Stramberg, celles de la Porte de France, d'Aizy et de Berrias appartiennent au même horizon;

5° Les calcaires oolithiques à faciès corallien du Jura se terminent en biseau aux environs de Lhuis, et sont remplacés par des calcaires compactes synchroniques à faciès oxfordien. On constate en ce point le phénomène qui se remarque vers la Loire, aux environs de la Charité, où le calcaire oolithique moyen et inférieur du coral-rag se trouve remplacé par une énorme épaisseur de calcaire argileux très-pauvre en fossiles.

A la suite de cette communication, M. de Lapparent fait observer que l'opinion professée aujourd'hui par M. Ébray est celle qui a été développée, il y a trois ans, par MM. Oppel et Benecke, pour qui les calcaires de la Porte de France, de Stramberg, etc., constituent cet étage *tithonique* créé par Oppel et comprenant toutes les couches de passage entre le terrain jurassique et le terrain crétacé.

Séance du 3 *février* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Goschler, ingénieur, boulevard Saint-Michel, 35, à Paris; présenté par MM. Ch. Laurent et Louis Lartet.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Amédée Burat, *Les houillères en 1867, d'après les documents de l'Exposition universelle*, 1 vol. in-8, 192 p. et 1 atlas, in-4; Paris, 1868; chez J. Baudry.

De la part de M. Édouard Dufour, *Les perspectives de la Science*, in-8, 31 p.; Nantes, 1867; chez veuve C. Mellinet.

De la part de M. Alphonse Favre, *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du mont Blanc*, 3 vol. in-8, et atlas de 32 pl.; Paris, 1867; chez Victor Masson et fils.

De la part de M. A. Leymerie, *Notice sur le phénomène diluvien dans le bassin de Lavilledieu et dans les parties afférentes des vallées de la Garonne, du Tarn et de l'Aveyron*, in-8, 22 p., 2 pl.; Toulouse, 1867; chez Ch. Douladoure.

De la part de M. G. Seguenza :

1° *Sul cretaceo medio dell' Italia meridionale;* in-8, 7 p.; Milan, 1867; chez Bernardoni.

2° *Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina* (*Pteropodi ed Eteropodi*); in-4, 22 p., 1 pl.; Milan, 1867; chez Bernardoni.

De la part de M. Gustave Lambert, *L'expédition au Pôle Nord*, in-8, 134 p., 1 pl.; Paris, 1868; au siége de la Société de Géographie, rue Christine, 3.

De la part de MM. C. M. Guldberg et P. Waage, *Études sur les affinités chimiques*, in-4, 74 p.; Christiania, 1867; chez Brogger et Christie.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1868, 1er sem. — T. LXVI, nos 3 et 4, in-8.

L'Institut, nos 1777 et 1778; 1868, in-8.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (*Saint-Étienne*), janvier, février et mars 1867, in-8.

The Athenæum, nos 2100 et 2101; 1868, in-4.

Transactions of the Cambridge philosophical Transactions, vol. X, part. II. — Vol. XI, part. I, in-4.

Transactions of the geological Society of Glascow, vol. II, part. III, in-8.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Leonhard et H. B. Geinitz; 1867, 7e cahier, in-8.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt; 1867, n° 18; 1868, n° 1; in-8.

Monatsbericht der K. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, septembre et novembre 1868, in-8°.

Sitzungs-Berichte der naturwissenchaftlichen Gesellschaft Isis, juillet, août et septembre, 1867, in-8.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, décembre 1867; in-8.

Revista minera, 15 janvier 1868; in 8.

M. Hébert offre à la Société, au nom de l'auteur, un ouvrage ayant pour titre :

Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du mont Blanc; par M. Alphonse Favre; 3 vol. in-8, accompagnés d'un atlas in-f°.

et donne de cet ouvrage l'analyse suivante :

Ce grand et important ouvrage est une description géologique complète d'un des pays les plus célèbres dans les annales de la science, celui qui a été le principal théâtre des explorations de de Saussure, et où se sont succédé, depuis, tous les plus illustres représentants de la géologie et de la physique du globe. Compatriote de de Saussure, M. Favre s'est inspiré du plan et de la méthode de son illustre prédécesseur, mais en faisant une œuvre toute nouvelle, grâce aux immenses progrès qu'ont faits, depuis le commencement de ce siècle, la géologie et toutes les sciences sur lesquelles elle s'appuie. Tous ceux qui s'intéressent à ces grandes études de la nature alpine retrouveront, dans la partie descriptive de cet ouvrage, cette exactitude, cette vérité d'observation qui donnent aux *Voyages* de de Saussure un cachet et un intérêt tout particuliers. Toutes les recherches antérieures et toutes les opinions émises sur la structure de cette partie des Alpes y sont recueillies avec une

érudition scrupuleuse et discutées avec une parfaite critique, en présence des faits nouveaux établis par l'auteur ou acquis à la science dans ces dernières années, et contrôlées par ses observations personnelles. Le développement donné par M. Favre à cette partie critique de l'ouvrage était réclamé par les longues et vives discussions auxquelles ont donné lieu plusieurs des questions fondamentales de la géologie des Alpes, et par les incertitudes qui subsistent encore sur plusieurs faits d'une importance très-générale.

Les vingt-sept premiers chapitres sont principalement consacrés à la description géologique, à l'exposition des faits dans un ordre géographique.

Commençant (chap. I à V) par la plaine de Genève ses dépôts modernes et quaternaires, M. Favre (chap. VI à IX) entre dans une étude approfondie du terrain *erratique*, si important dans cette région où a pris naissance la théorie de l'ancienne extension des glaciers. Il décrit ces anciens dépôts glaciaires dans les vallées alpines du Rhône, de l'Arve, de la Haute-Isère et de la Doire-Baltée. Le chapitre X est consacré à l'histoire de cette grande question des dépôts erratiques, aux preuves de l'ancienne extension des glaciers et à la discussion des diverses théories par lesquelles on a essayé de l'expliquer. M. Favre pense que les faits observés n'indiquent, dans les Alpes, qu'une seule période glaciaire, et que rien n'autorise à supposer qu'il y ait eu dans cette région, pendant le cours de l'époque quaternaire, des changements de niveau, des oscillations du sol comme celles qui ont été reconnues dans le nord de l'Europe. L'immense quantité de matériaux qui ont été arrachés aux Alpes, comme l'étude de la structure orographique, démontre que ces montagnes, au début de la période quaternaire, devaient être plus élevées, leurs vallées moins larges et moins profondément creusées; leur ensemble présentait une configuration plus favorable que celle d'aujourd'hui à l'extension de vastes nappes de glaciers. Cependant ce n'est pas au creusement par les glaciers que les vallées des Alpes doivent leur origine, ainsi que l'a supposé M. Tyndall. M. Favre, d'accord avec la plupart des *glaciéristes*, se refuse même à admettre la théorie de l'*affouillement glaciaire*, suivant laquelle les bassins des lacs et autres dépressions auraient été d'abord comblés par les *alluvions anciennes*, puis déblayés par l'extension ultérieure des glaciers; il pense que les lacs existaient, que leurs bassins ont été déterminés par les dislocations du sol, et qu'ils ont été

conservés, pendant la période glaciaire, sans être comblés autrement que par la glace elle-même.

Le chapitre XI est consacré à la mollasse des environs de Genève, et le chapitre XII à l'étude du Salève, chaîne isolée entre le Jura et les Alpes, mais dont la structure se rapproche surtout de celle du Jura. Le chapitre XIII contient un travail paléontologique de M. P. de Loriol sur les fossiles de cette montagne.

La partie des Alpes décrite par M. Favre est divisée en 14 massifs, dont chacun fait l'objet d'un chapitre spécial.

Déjà, dans ceux qui sont les plus rapprochés de Genève, aux Voirons (chap. XV), au Môle (chap. XVI), on se trouve en présence de bouleversements très-compliqués et de difficultés relatives à la distinction des divers étages jurassiques et à leur séparation d'avec le terrain néocomien, à *facies* alpin.

Le vaste massif du Chablais (chap. XVII) offre un développement considérable de terrains jurassiques, à la base desquels on trouve l'*infra-lias*, bien caractérisé à Meillerie, à Matringe, etc. La reconnaissance de ce dernier horizon a permis à M. Favre de démontrer rigoureusement l'existence du *trias*, dont les affleurements sont nombreux et importants dans cette partie de la Savoie.

Dans les montagnes situées entre la vallée d'Abondance et celle du Rhône, la série jurassique est terminée par un groupe puissant de calcaire gris associé à des dépôts charbonneux, qui renferme des fossiles que M. Favre rapporte à l'étage de Kimmeridge, bien qu'ils ne soient pas suffisamment caractérisés pour ôter tout prétexte à de justes réserves. Ces couches jurassiques supérieures se poursuivent au nord du lac Léman, à travers les Alpes vaudoises et le Simmenthal, jusqu'au bord du lac de Thun; et, dans toute cette étendue, on ne trouve aucune trace de terrain néocomien, ni des autres étages crétacés, tandis que tout près de là, partout où le terrain néocomien existe, on ne trouve dans le terrain jurassique sous-jacent que des fossiles de la faune oxfordienne. Ces parties de la Suisse et de la Savoie, comprises entre Thun et Bonneville, paraissent donc, selon l'opinion de M. Studer, avoir formé une île dans les mers crétacées; et même elles n'ont pas été recouvertes par les couches éocènes à *Nummulites*, mais seulement par les grès du *flysch* ou *macigno alpin*, qui ont une grande étendue dans la partie moyenne du Chablais.

Le massif des Vergys et de la Tournette (chap. XVIII), com-

pris entre la vallée de l'Arve et le lac d'Annecy, est principalement formé par un grand développement de terrain néocomien, surmonté de gault et de quelques lambeaux de craie et de terrain nummulitique qui y occupe aussi une étendue considérable. Les caractères de ces terrains y sont très-nets, et, comme le dit M. Favre, c'est un massif dont on doit conseiller l'étude aux débutants dans la géologie des Alpes. Cependant il présente encore une orographie compliquée, des accidents grandioses; et surtout ce n'est pas sans surprise que l'on trouve, suivant son axe médian, dans la direction de Cluses à Faverges, deux îlots de roches jurassiques et triasiques très-bouleversées, ceux de la montagne des Almes et du mont Sulens, entourés et en partie recouverts par les grès du flysch, tandis que les chaînes néocomiennes se contournent à distance autour de ces îlots, et que leurs couches semblent, au premier abord, s'enfoncer de toutes parts sous ces masses plus anciennes.

La continuation de la chaîne orientale de ce massif forme, à l'E. du Chablais, le massif des Fiz (chap. XIX), célèbre dans l'histoire de la stratigraphie par ses gîtes de fossiles du gault et du terrain nummulitique, et le massif des Avoudruz et de la Dent-du-Midi (chap. XX), où les terrains crétacés et nummulitiques, soumis à des refoulements énergiques entre les massifs antérieurement disloqués du Chablais à l'ouest, des Aiguilles-Rouges et du mont Blanc à l'est, ont subi des bouleversements d'une complication extrême. M. Favre décrit plusieurs courses très-intéressantes à travers ces montagnes peu connues et d'un parcours difficile.

Dans le chapitre XXI, M. Fabre aborde l'étude des terrains anciens, propres aux chaînes centrales des Alpes, en commençant par le massif des Aiguilles-Rouges et du Brévent, composé de schistes cristallins percés de filons granitiques, sur lequel s'appuient à l'ouest les grandes masses jurassiques du Buet, des Tours-Sallières, etc. Il a trouvé, sur le sommet le plus élevé des Aiguilles-Rouges, un lambeau de couches secondaires horizontales entrevu déjà par Dolomieu et par Necker. Ce lambeau montre comment les terrains jurassiques et triasiques du Buet, d'une part, et de la vallée de Chamonix, d'autre part, peuvent être considérés comme les deux jambages d'une voûte rompue et emportée en majeure partie, mais dont la clef reste encore en place sur le sommet de la masse des schistes cristallins qui a formé en quelque sorte la charpente intérieure de cette voûte.

Le massif du mont Blanc, avec les vallées et les cols qui les circonscrivent sur ces deux versants, forme l'objet des chapitres XXII et XXIII.

La *protogine* constitue la masse principale de la chaîne du mont Blanc, mais elle n'en occupe pas exactement la partie centrale ; elle n'est pas entourée de toutes parts des schistes cristallins. Ceux-ci manquent sur une grande partie du revers sud-est de la chaîne, et M. Favre indique, dans plusieurs excursions à travers les cimes, les limites et le rôle orographique différent de ces schistes et de la protogine. Cette roche diffère des vrais granites non-seulement par des particularités minéralogiques, mais surtout en ce qu'elle est réellement *stratifiée*, nullement éruptive, et qu'elle se lie inséparablement par ses allures et par des passages insensibles avec les schistes cristallins du versant ouest et des deux extrémités de la chaîne. L'ensemble de ce terrain cristallin affecte, comme on le sait, la *structure en éventail*, pour laquelle M. Favre adopte complétement l'explication que M. Lory avait proposée (1), par un *refoulement* qui s'est exercé avec plus d'intensité sur la base de la chaîne que sur ses parties culminantes. Dans la vallée de Chamonix, les couches du trias et du terrain jurassique participent à cette disposition et sont renversées sous les schistes cristallins. M. Favre admet qu'il en est de même sur l'autre versant, au mont Fréty, en face de Courmayeur (2).

Le *terrain houiller* paraît manquer dans la chaîne du mont Blanc, mais il se montre très-développé un peu à l'ouest, où il présente, particulièrement à sa base, les célèbres poudingues de Valorcine. Le *trias*, bien que généralement peu épais sur le versant savoisien, s'y montre dans un grand nombre de localités, avec ses gypses et ses cargneules très-développés, par exemple aux bains de Saint-Gervais ; mais sur d'autres points, surtout sur le versant sud-est, les couches jurassiques s'appuient directement sur les schistes cristallins. Ces couches jurassiques sont des calcaires noirs plus ou moins argileux et schisteux prenant souvent la structure d'ardoises. On y trouve souvent des Bélemnites très-déformées, et on les a générale-

---

(1) *Descr. géol. du Dauphiné*, 1860, p. 180.

(2) M. Lory a eu l'occasion de dire que, de ce côté, le renversement des couches jurassiques lui semblait contestable (Réun. des Sociétés savantes, avril 1866).

ment regardées jusqu'ici comme appartenant au *lias*. Cet étage paraît bien exister, en effet, sur quelques points, à Sembranchier et peut-être au mont Joli, et les *grès remarquables* de de Saussure, qui forment le rocher du Bonhomme et le plateau du col des Fours, représentent probablement l'*infra-lias*, comme l'ont dit MM. Lory et Vallet; mais, dans l'ensemble du terrain, M. Favre (chap. XXXII) pense que le lias est très-peu développé et même manque le plus souvent dans toute cette zone des chaînes centrales; les Ammonites citées au mont Joli, à Servoz, etc., et, plus au midi, au col de la Madeleine, près de Moutiers, sont, d'après lui, des espèces du groupe oolithique inférieur, et il paraît disposé à rapporter à ce groupe la plus grande partie des schistes argilo-calcaires des chaînes centrales de la Savoie. Ce serait, du reste, un fait analogue à ce qui est reconnu dans les Alpes bernoises, où les couches en contact avec les roches cristallines contiennent des fossiles de l'oolithe inférieure ou de la grande oolithe, tandis que l'on ne connaît de fossiles liasiques que dans les chaînes extérieures. Ce point de vue est nouveau pour les Alpes de la Savoie, et il s'accorde peu avec ce que l'on a admis jusqu'ici pour les chaînes centrales de la Maurienne et du Dauphiné, dont tous les fossiles connus jusqu'ici appartiennent au lias. Il y a là une double question paléontologique et stratigraphique très-importante à éclaircir.

M. Favre décrit même un gîte de fossiles, à la Mayaz, près du col Ferret, sur le versant suisse de la chaîne du mont Blanc, où l'on trouve des radioles d'échinides que M. Desor regarde comme appartenant très-probablement au *Cidaris propinqua* caractéristique de l'oxfordien supérieur; la couche qui les renferme n'est séparée de la protogine que par quelques mètres de schistes ardoisiers et de conglomérats, qui paraissent reposer régulièrement sur les terrains anciens. Ce serait le seul indice connu de l'extension des étages jurassiques moyens sur le versant sud-est du mont Blanc.

Près de Courmayeur (ch. XXIII), les schistes jurassiques à Bélemnites du val d'Entrèves s'enfoncent sous les masses du mont Chétif et de la Saxe, formées de protogine et de schistes cristallins. Cette superposition, que de Saussure qualifie de *monstrueuse*, paraît à M. Favre pouvoir s'expliquer par un renversement, comme les superpositions analogues dans la vallée de Chamonix. Cependant, d'après M. Lory, et il est utile, dans des questions de ce genre, de mettre en regard les opinions d'autorités aussi compétentes, le cas n'est point le même; les

roches du mont Chétif et de la Saxe n'ont point la structure en éventail; elles plongent uniformément vers le S. E., et ne présentent aucun indice de repli sur elles-mêmes comme le suppose la coupe donnée par M. Favre; sur leur versant S. E. on ne trouve plus de terrain jurassique, mais bien une série triasique extrêmement épaisse qui repose normalement sur ces roches anciennes. M. Lory a montré (*Bull.*, 2e série, t. XXIII, pl. X) que ce trias formait la lèvre supérieure d'une grande faille de 40 lieues de longueur et peut-être plus, qu'il a suivie depuis le Briançonnais jusqu'en Valais, et il pense que le contact anormal du terrain jurassique avec les roches du mont Chétif et de la Saxe est dû simplement à cette *faille*, dont le plan de fracture, au lieu de rester vertical, a été renversé par les mêmes refoulements latéraux qui ont produit la structure en éventail dans la chaîne du mont Blanc.

Le *trias*, sur le versant S. E. du mont Blanc, a une épaisseur énorme et une physionomie très-différente de celui du versant N. O. Il se compose, en majeure partie, de schistes gris lustrés, plus ou moins calcaires, et de calcaires micacés, auxquels sont associés des brèches très-singulières, des dolomies et de grandes masses de gypse. L'étage inférieur est formé par des grès blancs ou bigarrés, souvent très-développés. Sur sa carte géologique, publiée en 1862, M. Favre n'avait figuré, comme *trias*, que ces roches de grès, gypses et cargneules analogues à celles qui se trouvent dans le trias du versant N. O., et il avait colorié, quoique avec doute, les schistes lustrés et les calcaires cipolins de la teinte du *lias*. M. Lory et M. Vallet ont établi que le prolongement de ce groupe venait, dans les environs de Moutiers, s'enfoncer sous le *lias* de la chaîne des Encombres et l'*infra-lias* bien caractérisé qui en forme la base; de sorte que ces schistes lustrés, brèches et calcaires micacés de la Tarantaise ne peuvent être que triasiques et correspondent aux schistes lustrés du mont Cenis, dans la Haute-Maurienne, le Piémont, etc. M. Favre adopte complétement cette classification.

Ce grand système triasique forme toute la ligne de hautes crêtes, dont les couches se dressent en regard du versant S. E. du mont Blanc, et dont plusieurs sommets sont célèbres par la beauté de leur panorama; ainsi la Pierre-à-Voir, au-dessus de Saxon (Valais) (§ 589 *bis*), les cimes entre le col Ferret et le Grand-Saint-Bernard, entre Courmayeur et Morgex, le Cramont (§ 675) et toutes ces grandes masses comprises entre l'Allée-

Blanche et la route du Petit-Saint-Bernard. Dans leurs parties les plus élevées entre le col de la Seigne et le Petit-Saint-Bernard ces assises triasiques (§ 672) sont entremêlées de plusieurs affleurements de *serpentine* qui forment de véritables nappes inter-stratifiées parallèlement aux couches normales du terrain, comme M. Lory en avait signalé précédemment des exemples dans les serpentines du Briançonnais. Elles sont accompagnées de roches chloriteuses, quartzeuses, etc., qui paraissent au savant professeur de Grenoble n'être que des schistes triasiques métamorphiques, modifiés par les infiltrations qui ont accompagné l'émission des serpentines, probablement contemporaine du dépôt du terrain.

En signalant ce grand développement du système triasique sur le versant S. E. du mont Blanc, nous avons un peu anticipé sur la marche de l'ouvrage de M. Favre, qui suit d'abord (chap. XXIV et XXV) la continuation des terrains des Aiguilles-Rouges et du mont Blanc vers le sud, dans les environs de Mégève, de Beaufort et d'Albertville, et décrit ensuite la partie de la Tarantaise située sur la rive droite de l'Isère, jusqu'à Moutiers. La grande bande de trias dont nous venons de parler se continue dans cette partie de la Tarantaise, depuis le col de la Seigne jusqu'à Moutiers, et elle est coupée par l'Isère, entre Aime et Aigueblanche.

Dans cette partie de la Tarantaise, entre Aime et le bourg Saint-Maurice, cette grande bande de trias se trouve en contact, à l'E. avec la zone principale des *grès à anthracite* (terrain *houiller* des Alpes) qui se prolonge sans discontinuité, comme on le sait, au midi, à travers la Maurienne et le Briançonnais, au nord, jusqu'aux environs de Sion en Valais.

Dans le chap. XXVI, M. Favre suit cette zone de grès houiller, vers le sud, en dehors des limites de sa carte, dans ses rapports avec le trias, l'infra-lias et le lias, particulièrement dans la direction du col des Encombres, si connu par son beau gisement de fossiles liasiques. Il résume ensuite toutes les observations faites dans ces dernières années sur les terrains de la Maurienne, sur les gisements de *Nummulites* et de fossiles de l'infra-lias qui ont permis d'en débrouiller rigoureusement la stratigraphie et expose les résultats constatés dans la *Réunion de la Société géologique de France*, en 1861.

Revenant alors vers le nord, il consacre un dernier chapitre descriptif (chap. XXVII) à la zone de trias, de terrain houiller et de schistes cristallins qui s'étend du bourg Saint-Maurice à Sion,

par les deux Saint-Bernard. La série des cols du Petit-Saint-Bernard, de la Séréna, de Fenêtre et d'Établon, marque le contact constant des deux zones triasique et houillère. Sur toute cette ligne de contact et sur son prolongement à travers la Tarantaise, le col des Encombres, etc., les grès à anthracite paraissent, au premier coup d'œil, superposés aux autres terrains secondaires; M. Favre croit que cette apparence de superposition doit s'expliquer par un *renversement* du terrain houiller sur les terrains triasique et jurassique ; pour M. Lory, qui a étudié toute cette ligne de contact depuis le Valais jusqu'à Briançon, elle serait la trace évidente d'une grande faille qui même, en face de Moutiers, se trouve subdivisée en plusieurs gradins de failles secondaires, mais redevient unique un peu plus au midi et va passer au col des Encombres et au pied ouest de la montagne du Chardonnet (Hautes-Alpes), célèbres l'un et l'autre dans l'histoire des discussions relatives aux grès à anthracite des Alpes.

Nous ne terminerons pas cette analyse de la partie descriptive de l'ouvrage sans mentionner avec tous les éloges qu'il mérite l'atlas de profils et de vues géologiques qui en est le complément indispensable ; tous ceux qui connaissent les localités reconnaîtront le soin et l'exactitude avec lesquels elles ont été représentées. Tous les profils généraux sont dressés à la même échelle pour les hauteurs et les distances, condition indispensable dans la géologie des pays de montagnes. M. Favre a pris soin de reproduire aussi tous les profils importants donnés précédemment par d'autres géologues ; et cet atlas forme, avec la carte, un ensemble de documents qui sera un guide précieux pour toutes les explorations futures.

Les neuf derniers chapitres sont consacrés à une revue théorique et systématique des faits et des caractères des divers terrains dans la région des Alpes. Commençant par les plus inférieurs, M. Favre discute d'abord les caractères de la protogine et des roches granitiques, en général, et il adopte la théorie de l'intervention de l'eau, à haute température, dans la cristallisation de ces roches. La protogine, en particulier, serait réellement *stratifiée* et ne formerait jamais de filons; il existe, même dans la chaîne du mont Blanc, mais surtout dans celle des Aiguilles-Rouges et dans les environs de Beaufort, de vrais filons de diverses roches granitiques plus ou moins porphyroïdes, dont les plus célèbres sont ceux du *granit de Valorcine*, décrits par de Saussure et par Necker. Les schistes plus ou

moins cristallins sont aussi manifestement *stratifiés*, et M. Favre pense qu'ils se rapportent, en général, aux terrains sédimentaires les plus anciens; il a trouvé l'*Eozoon canadense* dans les calcaires serpentineux alternant avec le gneiss de la Jungfrau (Alpes bernoises). On sait d'ailleurs que des fossiles *siluriens* ont été trouvés à Dienten, en Tyrol, dans une couche graphiteuse intercalée dans des schistes chloriteux gris ou verts, qui paraissent identiques avec ceux du Valais.

Le chap. XXX est consacré à une histoire très-détaillée de la question du terrain carbonifère dans les Alpes. Après avoir résumé les caractères stratigraphiques et paléontologiques qui démontrent que les *grès à anthracite* sont bien les représentants du *terrain houiller*, M. Favre fait une revue de tous les travaux dont ces grès ont été l'objet; il montre comment, en 1823, par les progrès naturels de la géologie, Bakewell était arrivé à les classer dans le *terrain houiller* et à reconnaître aussi l'existence distincte du trias (1) et du lias, comment, en 1828, ces principes, reconnus si justes aujourd'hui, se trouvèrent abandonnés, et toute la géologie des Alpes remise en question par les mémoires de M. Élie de Beaumont sur Petit-Cœur et sur le col du Chardonnet, les travaux nombreux et les vives discussions qui se combattirent sur ce terrain durant plus de trente ans, et enfin la manière dont les difficultés stratigraphiques se trouvèrent éclaircies par les découvertes des Nummulites et de l'infra-lias dans la Maurienne, ce qui permit d'établir, dans la réunion extraordinaire de la Société géologique, en 1861, les bases définitives de la classification des terrains de cette partie des Alpes.

Dans le chap. XXXI, M. Favre examine la constitution du terrain triasique de la Savoie; il discute l'origine et le mode de formation des roches spéciales qu'il renferme et qui sont plus ou moins analogues à celles du trias d'autres contrées.

Dans les quatre chapitres suivants, il résume les caractères stratigraphiques et paléontologiques des terrains jurassiques, crétacés, tertiaires et quaternaires, et termine enfin, dans le chap. XXXVI, par un coup d'œil général sur la structure orographique (2) et sur la constitution successive du sol de la Savoie dans la suite des diverses périodes géologiques.

---

(1) Bakewell rapportait les cargneules et le gypse des Alpes au *magnesian limestone*.

(2) M. Favre (§ 804, p. 517) accorde peu d'importance aux *failles*, qu'il

On voit par ce résumé, trop succinct malgré son étendue, que la description géologique de la région du mont Blanc est un véritable monument, d'une haute valeur scientifique. Le zèle ardent et persévérant de l'auteur lui a permis d'amasser, par des recherches de plus de vingt-cinq années, les matériaux qu'il devait mettre en œuvre; il a su les coordonner avec une grande sagacité.

M. Marcou fait ressortir le mérite de l'œuvre accomplie par M. Favre qui, à l'exemple de Saussure, consacre sa fortune aux plus nobles travaux.

M. le Président annonce que le Conseil a désigné MM. d'Archiac, Daubrée et Hébert pour faire partie de la Commission chargée de vérifier l'état des collections de la Société.

M. le Président notifie ensuite à la Société la nomination de M. Ferraud de Missol aux fonctions nouvellement créées d'archiviste-adjoint.

M. le Président rappelle la décision prise par la Société en 1867, relativement à l'institution d'une séance générale annuelle. Le Conseil a fixé la date de cette réunion, pour 1868, au mercredi 11 mars. Sur les observations présentées par divers membres, cette date est reculée au lendemain jeudi 12 mars. Une lettre d'avis sera prochainement envoyée à tous les membres de la Société.

Sur l'invitation du Président, le Secrétaire fait connaître, dans les termes suivants, les résolutions prises par le Conseil et par la Commission du Bulletin dans leurs dernières séances :

« Le Conseil, considérant que l'état des finances de la Société interdit toute dépense superflue, a décidé qu'à l'avenir on appliquerait rigoureusement les décisions antérieures qui mettent à la charge des auteurs : 1° les frais

---

semble considérer comme n'étant souvent qu'une *hypothèse commode*. Mais il est juste de faire observer que le système de contournements, auxquels il a généralement recours, ne peut pas expliquer certaines dispositions (§ 589 *bis*, 691, etc.).

d'impression au delà de deux feuilles par note ; 2° les remaniements faits après coup et les frais de correction excédant 10 francs par feuille.

« En outre, le Conseil et la Commission recommandent aux auteurs d'apporter, dans la rédaction de leurs notes, une sobriété qui ne sera pas moins favorable à l'exposition de leurs vues qu'aux intérêts du budget de la Société. Autrement la Commission du Bulletin userait, à cet égard, des droits que le Règlement lui confère et chargerait le Secrétaire de supprimer, sauf approbation, les longueurs jugées inutiles.

« Il a été décidé que ces résolutions seraient portées, par la voie du *Bulletin*, à la connaissance de tous les membres de la Société. »

M. Levallois annonce la mort de M. Thirria et rappelle les principaux titres scientifiques qui le désignent particulièrement aux regrets de la Société.

M. Marcou s'associe aux sentiments exprimés par M. Levallois et proclame la haute importance du travail de M. Thirria sur la géologie du Jura.

M. Alb. Gaudry lit une lettre de M. Ami Boué, accompagnant l'envoi de sa photographie à la Société géologique.

M. Marcou donne lecture d'une lettre adressée par la Société de géographie à la Société géologique en faveur de l'expédition au pôle nord projetée par M. Gustave Lambert.

M. Tournouër fait la communication suivante sur les terrains tertiaires de la Bretagne :

Sur les lambeaux de terrain tertiaire des environs de Rennes et de Dinan, en Bretagne, et particulièrement sur la présence de l'étage des sables de Fontainebleau aux environs de Rennes; par M. R. Tournouër.

Les lambeaux de terrain tertiaire des environs de Rennes (Ille-et-Vilaine) et de Dinan (Côtes-du-Nord), isolés au milieu des terrains anciens de la Bretagne sur lesquels ils reposent directement sans l'intercalation jusqu'à présent reconnue d'au-

cun autre membre de la série géologique, ont depuis longtemps attiré, au moins incidemment, l'attention des géologues qui se sont occupés de cette partie de la France; et, pour donner une idée des travaux relatifs à ce sujet, je ne puis mieux faire que de renvoyer à l'*Histoire des progrès de la géologie*, tome II, 2e partie, pag. 510, 511 et 639, où ils sont parfaitement analysés et résumés. Postérieurement à ces premiers travaux, il n'y a guère à citer que quelques indications données très-incidemment par M. Durocher, *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. VI, page 414, en note, et par M. Michelin, *ibid.*, t. XII, page 522, et une note de M. Marie Rouault, insérée dans les comptes rendus de l'Académie des sciences, 19 juillet 1858, et relative à des débris intéressants de vertébrés trouvés dans le terrain quaternaire, dans le terrain tertiaire moyen et dans le terrain paléozoïque de la Bretagne.

En résumé, deux terrains marins tertiaires bien distincts, séparés par des couches de transition à fossiles d'eau saumâtre ou d'eau douce, ont été reconnus, dès 1829 et 1832, par M. J. Desnoyers dans les vallées de la Vilaine et de la Rance.

Le terrain marin inférieur, constitué par un calcaire blanc marneux, exploité pour la confection de la chaux hydraulique, et caractérisé par la présence de Miliolites, de rhizopodes, etc., a été rapporté par M. Desnoyers, et en général par les géologues qui l'ont suivi, à l'horizon du calcaire grossier parisien. — Le terrain marin supérieur, ou *sablon*, constitué par une roche très-siliceuse, exploitée pour l'amendement des terres, et caractérisée par de grandes Huîtres, de grands échinodermes, des dents de Squales et des débris d'*Halitherium*, a été rapporté sans difficulté à l'horizon des faluns voisins de l'Anjou, et il n'y a pas en effet de contestation à faire à cet égard. Mais il n'en est pas de même pour le classement proposé du terrain marin inférieur, et c'est la discussion de cette classification, à l'aide d'une étude rigoureuse des fossiles, qui sera l'objet principal de cette note.

STRATIGRAPHIE.

1° Le terrain marin inférieur s'observe seulement dans la vallée de la Vilaine, au sud de Rennes (1), dans les carrières

(1) Cependant M. Duchassaing (Thèse, 1843) donne à entendre qu'il se retrouve aussi au nord de Rennes, à la base du falun de Saint-Grégoire. Je n'ai pas pu vérifier le fait.

des fours à chaux de Saint-Jacques, sur la route de Redon, et de la Chausserie, sur la route de Nantes.

2° A la Chausserie, on voit les couches d'eau douce, qui semblent terminer le terrain marin inférieur, surmontées par le sablon ou falun.

3° Ce falun se retrouve au nord de Rennes, à Saint-Grégoire, et c'est lui seul qui se développe plus au nord dans la vallée de la Rance, aux environs de Dinan, ou plutôt aux environs d'Evran, sur les communes de Saint-Juvat, de Tréfumel et de Quiou, dans un bassin fermé et complétement isolé aujourd'hui du bassin précédent.

4° Enfin, tous ces dépôts marins, ceux de Rennes, comme ceux de Dinan, sont surmontés et ravinés par un dépôt de transport quaternaire, à cailloux de quartz, etc.

A l'appui de cette disposition stratigraphique générale, je donnerai le détail de quelques observations personnelles que j'ai faites sur les principaux gisements.

Voici d'abord la coupe de la grande carrière du four à chaux de Lormandière, à 4 ou 5 kilomètres au sud de Rennes sur la route de Redon et sur la commune de Saint-Jacques. Cette vaste et profonde carrière, exploitée à ciel ouvert sur une hauteur de 20 à 25 mètres au moins, présente au-dessous du terrain de transport quaternaire une masse de couches régulièrement stratifiées, et plongeant de 25° environ vers l'Est, qui se distribue ainsi de haut en bas :

	Terre végétale.	
Formation quaternaire.	Argile jaune ocreuse, non stratifiée, avec cailloux de quartz. (Ce dépôt quaternaire, qui a rasé et légèrement raviné les terrains tertiaires sous-jacents, se termine inférieurement par des lits contournés d'une argile brune foncée).....	1 à 2 mètres.
	Terrain (quaternaire?) remanié, avec rognons de calcaire à Cyclolines.....	
Formation tertiaire.	Calcaire sableux jaune, pétri de *Miliolites*.....	5 mètres.
	Calcaire blanc coquillier, dur, avec moules et empreintes de *Pectunculus*, *Mytilus*, *Cerithium*, etc.	
	Calcaire blanc tendre à Cyclolines.....	
	Grande masse stratifiée de calcaire marneux et de marnes blanches et verdâtres, sans fossiles.....	10 mètres.
	Masse inférieure stratifiée d'argile grise et bleue, sans fossiles, jusqu'au fond de la carrière envahi par l'eau.....	8m,10.

Comme on le voit par cette coupe, c'est à la partie supérieure de la carrière que se trouvent les bancs fossilifères; la grande masse marneuse et argileuse inférieure ne présente point de fossiles, ni marins ni d'eau douce; ou du moins j'en ai cherché inutilement sur les parois de cette masse, recouvertes par les suintements de la carrière d'une croûte calcaire qui rendait l'observation difficile, et l'eau qui arrête les travaux quand ils descendent dans les bancs gris les plus profonds ne m'a pas permis de constater le substratum de ce grand dépôt tertiaire.

En s'avançant à 3 ou 4 kilomètres au sud, on trouve sur la route de Nantes, et non loin des mines de Pontpéan (1), une autre exploitation très-active aussi des mêmes calcaires à chaux hydraulique, au lieu dit la Chausserie. C'est celle dont la coupe a été donnée par M. Duchassaing (Thèse, pag. 11 et suivantes). La plus grande carrière est celle qui s'exploite à ciel ouvert près de la route de Nantes et du four à chaux; elle présente la même profondeur et la même disposition de couches que celle de Lormandière, c'est-à-dire argiles grises à la base jusqu'à l'eau, masse marneuse et calcaire au-dessus; sauf que le plongement des couches est ici opposé et se fait vers l'ouest. — Auprès de la carrière principale, d'autres et nombreuses carrières sont exploitées par puits et par galeries.

C'est ici, à la Chausserie, que se trouvent les couches d'eau douce signalées pour la première fois par M. Desnoyers. J'avoue que j'ai eu le regret de ne pas les voir en place dans la grande carrière dont les parois étaient inaccessibles à l'observation. Mais les matériaux accumulés près des diverses exploitations m'en ont offert de nombreux échantillons; tantôt c'est une roche colorée en jaune, pétrie de Miliolites et de Cyclolines, et contenant en abondance des moules de Planorbes et de Limnées, associés à ceux de Potamides, de Troques, de Lucines, Diplodontes, Cardites, etc.; tantôt c'est un calcaire marneux, tendre, à tubulures, d'un blanc sale et d'apparence exclusivement lacustre, ne contenant que des fossiles d'eau douce. Tous les renseignements recueillis des carriers, aussi bien que la nature de la roche et le caractère des fossiles d'eaux marines ou d'eaux saumâtres qui y sont mélangés, m'autorisent à penser que ces couches se rencontrent vers le haut de la masse

(1) A Pontpéan on a mentionné un puissant dépôt de calcaire sableux tertiaire, que je n'ai pas visité.

exploitée, comme l'ont dit MM. Toulmouche, Payer et Duchassaing.

Cette position semble d'ailleurs confirmée par l'étude d'une autre carrière à ciel ouvert exploitée à 200 mètres au nord de celle-ci, et fort intéressante au point de vue stratigraphique, parce qu'elle montre le deuxième terrain marin ou falun nettement superposé à un dépôt d'eau douce. Cette carrière donne la coupe suivante de haut en bas:

Argile rouge quaternaire à cailloux; à surface inférieure irrégulière et contournée.....	3 mètres.
Dépôt marin, calcaréo-sableux, à grandes Huîtres, Térébratules, côtes d'*Halitherium* (falun ou sablon), empâtant à sa partie inférieure des rognons du calcaire lacustre sous-jacent.....	2 mètres.
Calcaire d'eau douce concrétionné, gris verdâtre...	1 mètre.
Argile sableuse grise.....	
Calcaire d'eau douce concrétionné.....	

Les couches sont inclinées vers l'ouest comme dans la première carrière, *aussi bien celles du sablon que celles du dépôt lacustre sous-jacent.* Je n'ai donc pas vu entre les deux formations marines la discordance de stratification signalée par M. Payer. Je n'ai vu qu'une stratification transgressive du falun sur le dépôt marin inférieur.

Par le rapprochement des coupes des deux carrières, on est porté d'abord à penser que les couches d'eau douce qui sont à la base de la seconde appartiennent au même dépôt qui terminerait la première d'après les géologues cités plus haut. Cependant, dans ce cas, il y aurait entre les mêmes couches de ces deux carrières si voisines une différence de niveau qui appelle d'autres observations, car les bancs d'eau douce de la deuxième carrière m'ont semblé correspondre, par leur niveau, plutôt aux bancs de la masse grise inférieure ou moyenne de la carrière du four à chaux qu'à ceux de la partie haute; j'ajouterai que ces calcaires d'eau douce de la deuxième carrière, d'un aspect gris verdâtre généralement, ont un caractère lithologique tout à fait différent des calcaires jaunes et blancs à Planorbes et à Limnées de la carrière précédente. Je n'ai d'ailleurs trouvé ici que des traces de fossiles extrêmement rares; pas un Planorbe ni une Limnée, mais seulement quelques empreintes d'une coquille turriculée que je rapporte au *Potamides Lamarcki?* d'une *Bithynie* indéterminable (peut-être cependant

B. Dubuissoni?) et d'une Cyclade. Par ces diverses considérations, je n'oserais pas affirmer que l'on a affaire dans les deux carrières exactement aux mêmes couches d'eau douce, et il se pourrait que le calcaire marin à chaux hydraulique fût compris entre deux dépôts lacustres; c'est un point que des observations nouvelles, moins rapides que celles que j'ai pu faire, pourraient seules éclairer. Les difficultés dont je parle pourraient d'ailleurs peut-être s'expliquer par des phénomènes géologiques de faille ou de dislocation qui peuvent seuls rendre raison de ce plongement en sens inverse, que j'ai mentionné, des mêmes couches tertiaires à Lormandière et à la Chausserie, à quelques kilomètres de distance et presque sous le même méridien.

Quoi qu'il en soit, l'intérêt de ces carrières de la Chausserie est de montrer que le dépôt marin inférieur, témoignage du premier envahissement du sol ancien de la Bretagne par la mer tertiaire, s'est terminé par un exhaussement du sol qui a permis aux eaux douces d'y séjourner et d'y déposer, à plusieurs reprises peut-être et par places, leurs sédiments, jusqu'à un nouvel et plus considérable envahissement de la mer à l'époque falunienne. L'invasion de cette mer dans le bassin de la Vilaine a attaqué différemment les dépôts antérieurs; elle semble avoir respecté le calcaire de Lormandière; elle a au contraire rongé en partie au moins celui de la Chausserie, et peut-être entièrement celui de Saint-Grégoire; et dans le bassin de la Rance, près d'Evran, elle s'est portée sur des espaces et sur des terrains que la première mer tertiaire paraît n'avoir pas envahis. Là, en effet, le dépôt du sablon repose horizontalement et directement sur les schistes anciens qui l'enferment de toutes parts. Je n'ai d'ailleurs rien à ajouter à ce qui a été écrit déjà sur ces dépôts des faluns qui se présentent d'une façon extrêmement simple, et je ne m'en occuperai qu'au point de vue paléontologique.

ATTRIBUTION GÉOLOGIQUE. — PALÉONTOLOGIE.

1°

Le calcaire marin inférieur des environs de Rennes a été attribué, par M. Desnoyers (*Bull.*, 1re série, t. II, p. 443, 1832), ainsi que nous l'avons dit plus haut, à l'horizon du calcaire grossier parisien, à raison de la présence dans ce calcaire, pré-

sence jugée alors caractéristique du terrain tertiaire inférieur, de très-nombreuses *Orbitolites*, *Miliolites* et de certaines espèces de mollusques, Cérites, Pétoncles, etc., assimilées aux espèces parisiennes. Cette classification a été reproduite par les géologues qui ont suivi, MM. Toulmouche, Payer, etc. Cependant M. Duchassaing (*loc. cit.*), tout en reproduisant l'assertion que ce calcaire était caractérisé par les *Miliolites*, les *Nummulites*, l'*Orbitolites plana*, etc., a émis l'opinion que « les couches marines de la Chausserie représentaient plutôt les terrains tritoniens supérieurs de Paris, » et le calcaire d'eau douce qui les surmonte, « le terrain nymphéen supérieur du même bassin, et le calcaire lacustre de la Touraine. » Mais cette opinion, émise sans preuves, on peut le dire, n'a pas été relevée, et, en 1855, M. Hébert (*Bull.*, 2e série, t. XII, p. 769) a pu parler, incidemment d'ailleurs et sous toutes réserves, de ces dépôts des environs de Rennes, encore très-peu connus, comme de dépôts analogues à ceux du terrain tertiaire inférieur du Cotentin.

Pour moi, après un examen rigoureux des fossiles, j'ai été amené à reconnaître en effet que ce n'était pas à l'horizon du calcaire grossier, mais bien à celui des « *sables de Fontainebleau* » qu'il fallait reporter ces calcaires.

Les prétendues *Orbitolites* et *Nummulites parisiennes*, qui pullulent dans les couches supérieures du dépôt, soumises par moi à l'examen du juge le plus compétent, M. d'Archiac, se sont trouvées être une espèce nouvelle d'un genre de rhizopodes peu étudié et peu répandu, les *Cyclolina*, inconnu dans le terrain éocène parisien, et dont il n'y a pas par conséquent à tirer argument par assimilation. Aujourd'hui, d'ailleurs, dans l'état actuel de la science, la présence à la Chausserie de véritables Orbitoïdes ou Nummulites ne serait plus regardée comme tranchant la question, puisque c'est un fait acquis maintenant, et à la constatation duquel j'ai cherché à contribuer pour ma part, que l'extension chronologique de ces rhizopodes jusque dans le miocène inférieur, au moins, de l'Italie septentrionale et du sud-ouest de la France. La présence à la Chausserie du genre Cycloline, jusqu'à présent connu seulement par deux espèces du terrain crétacé, est même plus surprenante que ne le serait celle d'un Orbitoïde; mais il n'y a pas de doute à avoir, comme je le dirai tout à l'heure, sur l'âge des mollusques auxquels cette Cycloline est associée, et j'ai même pu soumettre à M. d'Archiac un rhizopode recueilli dans les carrières de Rigalet, près de Bourg (Gironde), c'est-à-dire dans la masse du

calcaire à Astéries ou à *Natica crassatina* du Sud-Ouest, et dans lequel il a reconnu la Cycloline même de la Chausserie.

Les *Miliolites* associées aux Cyclolines, dans ce calcaire de Rennes, donnent lieu à des observations semblables. Non-seulement les Miliolites ne sont plus caractéristiques du calcaire grossier de Paris, mais elles caractérisent tout aussi bien certains bancs situés à la base de la formation des sables de Fontainebleau, aux environs de Paris (calcaire de Montmartre, de Fresnes, etc.), et elles pullulent dans toute la masse synchronique du « calcaire à Astéries » du Sud-Ouest. Le calcaire de Bourg et de Saint-Macaire, près de Bordeaux, celui de Lesperon et de Garanx, près de Dax, en sont pétris. Il n'y a donc, pour fixer l'âge des calcaires de la Chausserie, aucun argument à tirer de l'abondance dans ces calcaires de corps qui pullulent jusque dans les mers actuelles, et qui, en tout cas, sont aussi répandus au moins dans les calcaires du miocène inférieur que dans ceux de l'horizon du calcaire grossier parisien.

Quant aux *Mollusques*, voici la liste d'une trentaine d'espèces que j'ai reconnues et étudiées avec tout le soin possible, non pas d'après les coquilles mêmes qui manquent malheureusement tout à fait, mais d'après de nombreux moules et surtout de nombreuses et souvent très-bonnes empreintes qui se sont conservées dans les calcaires des fours à chaux de Lormandière et de la Chausserie.

Fossiles du calcaire à chaux hydraulique de Saint-Jacques et de la Chausserie.

MOLLUSQUES.

Calyptræa striatella, Nyst.?.....	Espèce de l'oligocène allemand, Morigny, etc.
Bulla nitens, Sandb.?.....	*Idem.*
Melania semi-decussata, Lk., c...	Type de Jeurre, Étrechy, etc.
Rissoa.....	Grande espèce, du groupe du *R. costulata*, Grat.
Tornatella truncatula, Bronn.?....	Espèce du miocène inférieur de l'Italie septentrionale.
Natica crassatina, Desh., a. c.....	Caractéristique de tout le miocène inférieur, septentrional et méridional.
Turbo Parkinsoni, Bast.?.....	Belle espèce peut-être nouvelle, qui ne peut être rapprochée que du *Turbo Parkinsoni* si caractéristique du miocène inférieur du S. O., et en

	particulier d'une variété canaliculée de Bordeaux (Terre-Nègre).
Turbo cancellato-costatus, Sandb...	Peut-être variété de l'espèce allemande?
Xenophora Deshayesi, Mich.....	Grands moules identiques avec ceux du calcaire à Astéries du S. O.
Trochus subincrassatus, d'Orb.?....	Variété fortement striée, de l'espèce des sables d'Étampes, etc.
Turritella planispira, Nyst.?.....	Espèce de Belgique, etc.
Potamides Lamarcki, Desh.....	Type et variétés (c. dans les couches mixtes à Planorbes et à Limnées). —Espèce du Nord et du S. O. de la France.
Cerithium plicatum, Lk.....	Type, a. c. — *Idem*.
— *dentatum*, Defr.?.....	Très-douteux.
— *conjunctum*, Desh.....	Type des sables de Jeurre et d'Étrechy, c. c.
— — var. *nodosum*.	c. c. variété à ornements obsolètes.
— *trochleare*, var. G. Héb. Rnv.....	Espèce du nord et du S. O. de la France.
— *fallax*, Grat.....	c. espèce du S. O. de la France.
— *subtrochleare*, d'Orb.....	c. — *Idem*.
Voluta subambigua, d'Orb.....	c., propre à la zone méridionale. (An *Voluta apenninica*, Michelotti?).
? *Mitra eburnea*, Grat.....	*Idem*.
Pectunculus obovatus, Lk..... — *angusticostatus*, Lk.	c. c., Types de la zone septentrionale. Assimilation faite d'ailleurs uniquement d'après des moules.
Avicula stampinensis, Desh.?.....	c. c. — *Idem*.
Mytilus Rouaulti, nov. spec.....	Espèce voisine du *Septifer denticulatus*, Lk., Sandb., mais plus grande d'un tiers, moins triangulaire, à côtes plus serrées, etc. c. c., à Saint-Jacques.
Arca.....	Du groupe de *A. barbatula*.
Cardium anomale, Math.....	c. espèce du S. O.
Hemicardium?.....	Petite espèce commune à Gaas (*Cardium gaasense*, nob.), voisine du *C. scobinula*, Mérian, mais plus tronquée du côté antérieur, c.
Cardita Bazini, Desh. (minor.)....	Espèce du Nord et du S. O.
Cytherea splendida, Mérian.....	Espèce plus répandue dans le Nord.
— *incrassata*, Desh.....	Charnières se rapportant à cette espèce ou à l'espèce voisine *C. fragilis*, Sandb.—Même observation.

Lucina Thierensi, Héb., var. *solida*.	Var. commune à Gaas, dans le S. O.
Diplodonta.....	
Crassatella?.....	
Lithodomus.....	
Et autres bivalves indéterminables..	

RHIZOPODES.

Miliolites.....	
Cyclolina armorica, d'Archiac, *nov. spec.* (1).....	Abonde dans certaines parties du calcaire coquillier d'où sont extraites les espèces de mollusques ci-dessus; semble surtout pulluler à la partie supérieure du dépôt, dans les couches à fossiles mélangés, c'est-à-dire avec les *Potamides Lamarcki*, *Cerithium conjunctum*, var., *Planorbes* et *Limnées*.

---

(1) M. d'Archiac a bien voulu nous remettre sur cette nouvelle espèce la note suivante :

Note sur la Cyclolina armorica (*nov. sp.*); par M. d'Archiac.

« Le genre *Cyclolina* a été et devait être l'objet de nombreuses méprises. « Fondé sur une seule espèce qui n'a point été retrouvée depuis, sur des « échantillons égarés aujourd'hui, mal caractérisé en 1846 par son auteur, « Alc. d'Orbigny, et représenté par des figures insignifiantes, on conçoit que « M. Carter ait pu y rapporter une Orbitolite, MM. Parker et A. Jones en « faire une Orbitoline étalée (*outspread*), M. Carpenter le placer avec ses « *Patellina*. Néanmoins le genre est bon, et, lorsque nous décrivîmes, « J. Haime et moi, en 1854, la *C. Dufrenoyi*, des marnes bleues crétacées « des Bains de Rennes (*Bull.*, 2e série, vol. XI, page 205, pl. 11, fig. 1, « *a*, *b*, *c*, *d*), nous dûmes reprendre complétement la caractéristique du « genre par l'étude microscopique de la structure du test de ces petits corps. « D'ailleurs un genre est incomplétement caractérisé lorsqu'on n'en con- « naît qu'une espèce, à cause de l'impossibilité où l'on est de distinguer le « caractère de ceux de la seconde.

« La découverte de M. Tournouër a donc un double intérêt en ce qu'elle « nous fait connaître une seconde espèce de Cycloline, la *C. cretacea* « n'ayant pas été retrouvée, et la présence, à la base de la formation ter- « tiaire moyenne, d'un genre qui n'avait encore été rencontré que dans la « craie, et même très-rarement.

« La Cycloline de la Chausserie est d'un diamètre moindre que la *C. Du- « frenoyi*, ne dépassant pas 9 millim., mais son épaisseur est proportionnel-

Si ces déterminations sont exactes, il est évident que la faune des calcaires à Cyclolines de Rennes appartient, non pas à l'étage du calcaire grossier, mais à l'étage plus récent des sables de Fontainebleau ou du miocène inférieur, étage qui était ou inconnu ou méconnu, il y a trente ans, mais qui s'étend aujourd'hui comme un grand horizon dans toute l'Europe tertiaire. J'ai dû m'exprimer, pour plusieurs de ces assimilations, avec la réserve que comporte l'étude des fossiles qui n'est pas faite sur les coquilles elles-mêmes avec leur test; mais sur cette liste il y a quatre ou cinq espèces dont la présence en association suffirait pour autoriser la classification proposée; telles sont les *Melania semi-decussata*, *Natica crassatina*, *Cerithium plicatum*, *C. conjunctum*, *Potamides Lamarcki*, *etc.*; et ces espèces sont précisément au nombre de celles dont la détermination est la plus facile et la plus certaine dans les calcaires en question. La plupart des autres se rapportent également avec certitude à des espèces bien connues soit dans le miocène inférieur du Nord, soit dans celui du Sud et du Sud-Ouest. Il semble même que l'ensemble de cette faune, si on ose la juger d'après un total d'espèces encore si faible, participe à la fois de la faune de la zone septentrionale (faunes d'Étampes, de Belgique, du bassin de Mayence etc.) et de celle de la zone méridionale (faunes de Bordeaux, de Gaas, de la Bormida, du Vicentin supérieur, etc.), à laquelle se rapportent notamment les

---

« lement plus considérable, à cause de celle des lames externes des deux faces « qui constituent une sorte d'épithèque. On compte environ 27 cercles con- « centriques, à parois épaisses, divisés par des cloisons transverses, épaisses « aussi, et séparant des loges plus hautes que larges, mais peu régulières. « Dans presque tous les échantillons, d'ailleurs très-répandus dans la ro- « che, les canaux circulaires ont été remplis par du calcaire spathique et le « test est devenu friable et terreux. Lorsque les surfaces externes sont bien « conservées, on voit, au lieu de ce système de stries fines, serrées, très- « régulières et rayonnantes de la *C. Dufrenoyi*, de petites rangées de granu- « lations concentriques, paraissant correspondre aux canaux circulaires « sous-jacents. Les cercles sont en outre moins réguliers, plus étroits, quel- « quefois un peu embrassants; vers le centre ils deviennent fort obscurs, « plus irréguliers encore, et les jeunes individus, par leur contournement « d'un seul côté, ressemblent aux Orbiculines de M. Carpenter, ou affectent « une fausse apparence de Pénérople. La partie centrale du disque est tout « à fait confuse.

« L'échantillon provenant du calcaire de Rigalet, ou calcaire de Bourg, « ne diffère point de ceux de la Chausserie. »

grands *Turbo*, les grands *Xénophores*, les *Voluta subambigua*, *Cardium anomale*, les *rhizopodes*, etc., mélange qui serait en accord avec la position géographiquement intermédiaire de ces dépôts. Quoi qu'il en soit, le groupe est celui du miocène inférieur. S'il y a dans les carrières de Saint-Jacques et de la Chausserie un autre étage des terrains tertiaires que celui-là, ce que je ne crois pas, c'est sans doute dans la masse marneuse inférieure, où les observations n'ont pas pu atteindre, qu'il faudra le chercher.

2°

La détermination de l'âge du calcaire marin inférieur entraîne par conséquence celle du calcaire lacustre qui le termine et qui semble intimement lié à ses couches supérieures par la roche même et par le mélange de quelques espèces marines, et qui ne peut pas être par conséquent plus ancien que les couches de la base de la grande formation d'eau douce appelée généralement « calcaire de la Beauce » et que j'ai cherché à diviser dans une note récente (*Bull.*, t. XXIV, page 484). Autant que j'en puis juger en effet par l'étude des moules, qui est encore plus difficile et plus pénible pour les fossiles de terre et d'eau douce que pour les fossiles marins, c'est au sous-étage des *meulières de Montmorency* dans le bassin de Paris, que correspondrait le calcaire lacustre de la Chausserie, plutôt qu'au *calcaire à Hélices de l'Orléanais*.

Voici la liste des fossiles que j'ai pu observer :

Potamides Lamarcki. — Type d'Ormoy, près d'Étampes.

Helix. — Fragments d'une espèce ayant 12-13 mill. de haut, à spire assez élevée, 5-6 tours s'accroissant régulièrement. Cette espèce ne se rapporte pas au type des Hélices des calcaires de l'Orléanais, mais très-bien au type de l'*H. Reboulii*, Leufroy, des calcaires lacustres de Pézénas, inférieurs au calcaire moellon de Montpellier, ou aux variétés turbinées de l'*H. sub-globosa*, Grat., des calcaires lacustres du Bazadais de l'étage aquitanien. Ne connaissant pas la bouche, je ne puis rien affirmer de plus.

Pupa. — Bouche inconnue. Espèce de la taille du groupe du *P. muscorum* vivant, ou *P. quadrigranata*, Braun, du bassin de Mayence?

Planorbis cornu, Brong.? — Espèce de taille moyenne, 15-17 millimètres de diamètre, peu ombiliquée soit en dessus, soit en dessous, que je crois pouvoir rapporter au *P. cornu* plutôt qu'au *P. rotundatus*, Br., dont il s'éloigne par ses tours plus ronds, non carénés en dessous, etc.

Limnæa cornea? Brong., *vel L. media*, Brard? — Certaines Limnées de la

série se rapportent bien à ces deux types. J'avoue que d'autres plus allongées, plus effilées, etc., se rapprochent beaucoup de certaines variétés du type plus ancien de *L. longiscata*, Brong., et surtout *L. inconspicua*, Desh., du calcaire de Saint-Ouen. — D'autres peut-être à la *L. Brongniarti*, Desh., des meulières supérieures.

Bithynia. — Deux espèces au moins; l'une, se rapportant au groupe du *B. acuta*, Sandb., type et variétés allongées; l'autre, d'un type gros et court, plus obtus que la prétendue *B. tentaculata* des dépôts lacustres miocènes de la Suisse et de l'Allemagne.

Cyclas? — Indéterminable.

Je répète ici que les *Cyclolines* se trouvent souvent en très-grand nombre dans la roche à Planorbes et à Limnées.

3°

La faune des faluns ou *sablons* qui s'étendent transgressivement sur les dépôts précédents dans le bassin de la Vilaine au sud de Rennes (à la Chausserie), et au nord de la même ville (à Saint-Grégoire), et dans le bassin de la Rance au sud d'Évran, dans les communes de Saint-Juvat, de Tréfumel, du Quiou, etc., présente un caractère si tranché et une association d'espèces animales si constante et si bien connue, qu'il n'y a aucune difficulté à assimiler ces dépôts à ceux de l'Anjou et de la Mayenne, auxquels ils se relient sans doute par une série de lambeaux qu'on a indiqués vaguement à diverses reprises et que je n'ai pas pu rechercher. On en jugera par la liste suivante, qui doit être encore fort incomplète, et que j'ai établie d'après mes propres recherches et d'après ce que j'ai vu dans les collections locales.

Fossiles des faluns des environs de Rennes et de Dinan.

VERTÉBRÉS.

C'est ici que se placent les indications intéressantes données par M. Marie Rouault (*Comptes rendus, Ac. Sc.*, 1858) sur les débris de vertébrés qu'il a recueillis dans le terrain tertiaire moyen de Dinan et de Rennes, notamment à Saint-Juvat et à la Chausserie, ce qui doit s'entendre, pour cette dernière localité, du falun qui y est superposé au calcaire à chaux hydraulique. Dans ce dernier calcaire, à ma connaissance, aucun débris de vertébré n'a été trouvé jusqu'ici.

J'emprunte au travail de M. Rouault la liste suivante, en lui laissant la responsabilité de ses déterminations :

MAMMIFÈRES.. *Phoca Gervaisi*, nov. sp., Saint-Juvat.
— *Larreyi*, nov. sp., Le Quiou.
Mastodon angustidens, Cuv., Saint-Juvat, la Chausserie.
Dinotherium Cuvieri, Kauf., la Chausserie.
Halitherium medium, Cuvier, Saint-Juvat, la Chausserie, etc., c. c.

REPTILES..... *Crocodilus*.

POISSONS..... *Sargus Sioni*, nov. sp. — *Pycnodus Dutemplei*, nov. sp. — *Sphærodus lens*, Ag. — *S. truncatus*, Ag. — *S. angulatus*, Münst. — S. Deux espèces nouv. — *Crysophris Agassizi*, Sism. — *Glyphis Desolgnei*, nov. sp. — *Carcharodon megalodon*, Ag. — *C. angustidens*, Ag. — *Galeocerdo aduncus*, Ag. — *G. latidens*, Ag. — *Hemipristis serra*, Ag. — *Notidanus primigenius*, Ag. — *Sphyrna*, nov. sp. — *Oxyrhina xiphodon*, Ag. *O. hastalis*, Ag. — *trigonodon*, Ag. — (Plusieurs espèces nouvelles). — *Lamna elegans*, Ag. — *L. compressa*, Ag. — *contortidens*, Gibbes. — *L. crassidens*, Ag. — *L. crassilis*, Gibb. — *L. dubia*, Ag. — *L. Odontaspis Hopei*, Ag. — *L. Myliobates crassus*, Gerv. — (Une espèce nouvelle). — *Œtobates arcuatus*, Ag. — (Une espèce nouvelle). — *Nummopalatus*, (genre nouveau), une espèce.

CIRRHIPÈDES.

Balanus, indét.

MOLLUSQUES.

Solarium.....	le Quiou.		
Ficula clava, Bast.....	(Musée de Dinan).	St-Juvat.	
Voluta Lamberti, Sow.....	—	—	à l'état de moules intérieurs.
Conus Puschi, Mich.....	—	—	
— *Mercati*, Brocc.....		—	
— *ponderosus*, Brocc ?.....		—	
Cypræa.....	Grande espèce.	—	
Ostræa crassissima, Lk.....	Saint-Juvat, Le Quiou.		
— *Boblayei*, Desh.?.....	— Espèce voisine de l'*O. Boblayei* et qui se retrouve dans les faluns de Touraine et de Sos (Lot-et-Garonne).		
— *tegulata*, Münst.....	Saint-Juvat, La Chausserie, Saint-Grégoire.		
— *caudata*, Gold.?.....	*Idem*.		
— *saccellus*, Duj.....	Saint-Grégoire.		
Pecten solarium, Lk.....	Le Quiou, Saint-Grégoire.		
— *Tournali*, M. Serr.?.....	—	—	
— *Dunkeri*, May.?.....	Saint-Grégoire.		

— *Puymoriæ*, May.....	Saint-Juvat, Saint-Grégoire.	
— (Grande coquille du même groupe, espèce nouvelle).....	Saint-Grégoire.	
— *ventilabrum*, Gold.....	—	
— *pusio*, Lk.....	—	
— *aduncus*, L.....	Saint-Juvat, Le Quiou, etc.	
— *Suzannæ*, May.?.....	—	
Hinnites Defrancei, Mich.....	—	
Pectunculus.....	—	
Arca turonica, Duj.....	—	
— *subhelbingii*, d'Orb.....	—	
Cardita crassa, Lk.....	— coll. P. Bazin.	à l'état de moules intérieurs.
Lucina.....	—	
Venus burdigalensis, May.?.....	—	
Tellina lacunosa, Chemn.....	—	

BRACHIOPODES.

Terebratula perforata, Defr., Duj...	La Chausserie, etc.

BRYOZOAIRES.

Cellepora.....	Bassin de Dinan principalement. 12 espèces au moins d'après M. Duchassaing. (*Thèse*, 1843.)
Retepora.....	
Nullipora? etc.....	

Le falun du bassin de Dinan, notamment à Tréfumel, est remarquable par l'abondance et la grosseur des bryozoaires rameux et autres, à l'exclusion des polypiers, qui y semblent fort rares. C'est aussi le caractère du falun de Salles, près de Bordeaux, sur l'horizon duquel se placent les faluns de l'Anjou.

ÉCHINIDES.

Les Échinides sont également abondants dans les faluns des environs de Saint-Juvat, de Tréfumel, du Quiou, et ils me semblent avoir presque tous des caractères particuliers, qui mériteraient qu'on en fît une étude spéciale.

Cidaris avenionensis, Desm.?.....	Belle espèce à étudier. Les baguettes en sont très-communes.
Arbacia fragilis, Duch.....	
Scutella Faujasi, Defr., var. *armoricana*.....	Je suis porté à croire que cette Scutelle devra être séparée de la *S. Faujasi*, dont elle se distingue par ses ambulacres toujours plus pe-

	tits, sa forme moins bombée, toujours triangulaire, rétrécie du côté antérieur.
Echinolampas dinanensis, nov. sp. (*E. dinantiacus*, Michelin, mss. École des Mines).....	Plus petit, moins déprimé, moins orbiculaire, plus rétréci du côté antérieur que l'*E. Laurillardi*, auquel il ressemble. Le périprocte est également plus rond, moins transversal, etc.
Spatangus britannus, nov. sp. (*S. breto*, Michelin, mss. École des Mines.....	Grande et belle espèce intermédiaire entre le *S. ocellatus*, Defr., de Saint-Paul-Trois-Châteaux, etc., dont elle se distingue par la disposition de ses ambulacres et la petitesse de ses tubercules et le *S. Desmaresti*, Münst., de Bünde, dont elle se rapproche par la disposition ambulacraire (les ambulacres antérieurs faisant un angle ouvert avec la ligne médiane), mais dont elle se distingue par sa forme non renflée déprimée.
Cassidulus Bazini, nov. sp.....	Long., 17 mill.; larg., 9 mill. S'éloigne un peu du type du genre par la concavité de sa face inférieure, par la position de son périprocte et par ses pétales étroits et très-allongés. — L'unique individu que je connaisse a été recueilli par M. l'abbé Bazin dans le falun du Quiou.
Nucleolites, nov. sp.....	Même localité. Individu unique, trop incomplet pour qu'on puisse le déterminer spécifiquement.

Ces deux derniers petits Échinides me semblent fort intéressants, puisqu'ils font connaître l'existence, dans les terrains tertiaires supérieurs, de deux genres qui vivent encore dans les mers actuelles, mais qui n'avaient pas été signalés, je crois, jusqu'à présent au-dessus de la formation tertiaire inférieure.

ZOOPHYTES.

Heliastræa?..... Un seul échantillon roulé et indéterminable, dans le falun du Quiou.

Le total de cette liste ne s'éloigne que de quelques chiffres du total donné, il y aura bientôt trente ans, par M. Lyell (*Proceed. of Geol. Soc. of London, vol. III*, 1841, *p.* 437). Nos conclusions seront tout à fait conformes à celles de l'illustre géologue, qui détachait, dans cette notice, les faluns de Dinan et de Rennes de l'horizon du crag d'Angleterre et du Cotentin, et les reportait à celui des faluns de l'Anjou. Tout concourt en effet à cette solution, les vertébrés et les invertébrés réunis.

4°

En dehors de ces terrains tertiaires, il resterait à étudier encore les dépôts quaternaires auxquels nous avons fait allusion, et qui ont raviné les terrains précédents et les ont recouverts d'une couche épaisse d'argile rouge à cailloux de quartz, généralement de petite dimension ou tout au plus de grosseur moyenne. Mais les observations nécessaires pour me rendre compte de ces dépôts, de leur allure, de leur point de départ, de leur relation avec les tourbes et les forêts enfouies du littoral de la baie de Cancale et des Côtes-du-Nord (à l'ouest de Dinard, etc.), me font complétement défaut.

Je noterai seulement ici que M. Rouault a mentionné dans le travail précité plusieurs débris de vertébrés trouvés par lui dans l'argile rouge de Saint-Juvat : *Elephas primigenius*, avec *Equus* et *Meles*. C'est la seule fois, je crois, que le Mammouth ait été signalé en Bretagne.

CONCLUSIONS.

L'étude des terrains tertiaires de la Bretagne est très-importante pour l'intéressante question de la délimitation des mers de l'Europe occidentale pendant l'époque tertiaire, à laquelle se rattache le travail important de M. Hébert, publié en 1855 dans notre *Bulletin* (t. XII, p. 760), « sur le terrain tertiaire moyen du nord de l'Europe, avec un Essai d'une carte des mers de l'Europe aux époques du sable de Fontainebleau et du calcaire grossier. »

Il y a un fait paléontologique général qui domine pour moi

cette question, et sur lequel j'espère revenir : c'est celui des différences organiques frappantes qui séparent, pendant toute la durée de l'époque tertiaire, les faunes des bassins Anglo-Parisien, Belge, Allemand, d'une part, et les faunes des bassins de l'Aquitaine et des régions Méditerranéennes, Alpines, Danubiennes, etc., d'autre part, différences qui donnent à ces deux groupes le caractère de deux zones géographiques, septentrionale et méridionale, organiquement distinctes, sous tous les points de vue, des mollusques, des échinides, des polypiers, des rhizopodes, etc.

Y avait-il communication entre ces bassins, entre ces mers, sur quelque point de la France occidentale?

1° Pour ce qui est de l'*époque tertiaire inférieure*, ou *éocène*, — M. Hébert a émis l'idée (*loc. cit.*, p. 769), « fondée sur la grande ressemblance des fossiles de Cambon, près de Nantes, avec ceux du terrain tertiaire inférieur du Cotentin, que la mer du calcaire grossier parisien atteignait Nantes, en passant d'abord par le Cotentin, et qu'il était probable que cette dernière communication se faisait par Rennes, où des dépôts analogues, encore très-peu connus, avaient été signalés, » considérant d'ailleurs lui-même « comme purement arbitraire le tracé de sa carte pour ces régions. » Cette mer rejoignait ensuite le bassin de l'Aquitaine, etc.

Depuis ce travail, les terrains tertiaires du Cotentin n'ont malheureusement été l'objet d'aucune étude nouvelle. Ceux des environs de Nantes ont donné lieu à une note de M. F. Cailliaud (*Bull.*, t. XIII, p. 36), qui les a considérés comme l'équivalent du calcaire grossier parisien. Plus récemment, M. Matheron (*Bull.*, t. XXIV, sur l'âge du calcaire de Blaye, etc.) a rapporté la faune de Machecoul et d'Arton à l'horizon du calcaire grossier moyen, et celle de Campbon à un horizon plus récent qu'il venait de déterminer dans le Médoc, celui du « calcaire de Saint-Estèphe, » qu'il considère comme le représentant marin dans le Sud-Ouest du gypse supérieur de Paris.

Je viens moi-même de tâcher de prouver, par l'étude présente, que le prétendu « calcaire grossier » des environs de Rennes devait être reporté à l'horizon des sables de Fontainebleau; je n'ai pas vu en Bretagne de terrains tertiaires plus anciens; je ne dis pas qu'ils n'y existent pas, ni surtout qu'ils n'aient pas pu y exister et être totalement enlevés postérieurement. Mais enfin, pour le moment, ils ne sont connus nulle part dans cette région; et la communication du bassin éocène

de Paris avec le bassin éocène du Sud-Ouest, cherchée à travers la Bretagne, est plus hypothétique que jamais; et, quelles que puissent être les affinités zoologiques de certains dépôts tertiaires du Cotentin avec certains autres des environs de Nantes et par suite du Médoc, affinités auxquelles je crois pour ma part, j'avoue, dans l'état actuel des observations, que, si ces mers communiquaient entre elles, je ne sais pas par quel point de la Bretagne ou de la Normandie cette communication pouvait se faire.

2° *Époque miocène inférieure* (oligocène moyen des Allemands, tongrien de d'Orbigny). — Dans le même travail, M. Hébert a établi une communication du bassin maritime de Paris à cette époque avec le bassin du Sud-Ouest, par le bassin de la Loire, en s'appuyant sur le synchronisme des sables et des grès tertiaires du Mans avec ceux de Fontainebleau. Mais d'abord ces sables et ces grès du Mans ne contiennent pas de fossiles marins; et, ensuite, il resterait toujours entre eux et ceux de Fontainebleau une étendue, un espace géographique dans lesquels il n'a été non plus signalé jusqu'à présent aucun dépôt marin de cet âge. M. Hébert, d'ailleurs, a lui-même apporté à cette donnée une rectification très-importante, qu'il avait déjà fait pressentir, en établissant (*Bulletin*, t. XIX, p. 453, etc.) que les grès tertiaires du Mans, renfermant des débris de végétaux terrestres, étaient inférieurs au calcaire lacustre à *Cyclostoma mumia* et à *Limnæa longiscata* et devaient se ranger par conséquent sur le niveau, non pas des sables supérieurs de Fontainebleau, mais des sables moyens de Beauchamp. M. Heer (*Recherches sur le climat et la végétation tertiaires*, trad. Gaudin, p. 117) était arrivé à une conclusion semblable, en classant les grès à *Flabellaria* de la Sarthe dans l'éocène supérieur. En tout cas, tous ces dépôts sont des dépôts d'eau douce.

Pour le moment, il me semble donc établi qu'il n'existe aucune trace du séjour de la mer tongrienne dans la vallée de la Loire, à l'ouest du méridien d'Étampes (1), que cette région était à cette époque complétement émergée, ou seulement peut-être couverte de nappes d'eau douce, et que ce n'est pas

(1) Peut-être la mer s'avançait-elle davantage au Sud dans la direction des bassins supérieurs de la Loire et de l'Allier, à en juger par les coquilles d'eau saumâtre, *Potamides Lamarcki*, etc., qui y ont été citées. Tout cela est encore bien obscur. (V. *Hist. des Progrès*, t. II, p. 664.)

par ce bassin qu'il faut chercher un passage, s'il y en a un, entre le grand bassin marin oligocène du Nord et celui de l'Aquitaine.

Mais ce passage existait-il plus à l'ouest ?

Il y a des dépôts marins incontestablement de cette époque dans l'île de Wight. M. Hébert a aussi rapporté à cet âge un petit gisement des environs de Rauville-la-Place dans le Cotentin, contemporanéité établie d'ailleurs sur la seule présence du *Cerithium plicatum*, qui se trouve là associé à une quinzaine d'espèces d'autres mollusques, Cérites, etc., qui semblent toutes particulières, et neutres par conséquent dans une question de ce genre.

Ces dépôts communiquaient-ils avec celui de Rennes ?

Les faits manquent ici pour autoriser une réponse formelle. Personnellement, je ne suis pas très-disposé à admettre cette communication, pour deux motifs. Premièrement, au point de vue paléontologique, je rappelle que la petite faune tongrienne de Rennes me paraît en définitive incliner davantage du côté de la faune méridionale, par la présence de quelques espèces caractéristiques de celle-ci (des genres Turbo, Xénophores, Volutes, Cardium, Rhizopodes, etc.), les autres espèces étant plutôt communes aux deux zones, et une latitude plus élevée pouvant d'ailleurs influer déjà sur le caractère d'une faune locale. Deuxièmement, au point de vue stratigraphique, je remarque qu'aucun dépôt pouvant se rapporter au tongrien n'est encore signalé au nord de Rennes; je n'ai vu, comme tout le monde, dans le petit bassin de la Rance près de Dinan, que le falun reposant directement sur les schistes anciens, et j'en conclus que vraisemblablement la mer tongrienne a pénétré à Rennes par le sud plutôt que par le nord. Il me paraît probable que c'est dans la vallée de la Vilaine et dans la direction du Morbihan qu'on a chance de retrouver d'autres lambeaux de terrain de cet âge. Il est bien présumable aussi qu'on le retrouvera dans les environs de Nantes mieux étudiés. On aurait ainsi la liaison avec l'Aquitaine, et la mer tongrienne occidentale aurait contourné le massif ancien de la Vendée et celui de la Bretagne, sans partager tout à fait ce dernier par un canal, mais en le pénétrant seulement de quelques golfes ou baies profondes.

3° *Époque faluniennne.* — Si les dépôts oligocènes sont encore à chercher dans la vallée de la Loire, il n'en est pas de même pour les dépôts miocènes proprement dits ou faluniens, qui

offrent dans la Touraine et dans l'Anjou un des meilleurs types des étages moyens de cette grande période. La mer, obéissant alors dans toute l'Europe à un grand mouvement qui constitue pour moi une date remarquable dans l'histoire des temps tertiaires, s'est portée transgressivement bien au delà de toutes les formations tertiaires précédentes, dans la vallée de la Loire, comme dans celle de la Garonne, comme dans celle du Rhône, comme dans celle de la Suisse, comme dans celle du Danube, etc., mais non pas dans celle de la Seine. Les faluns du bassin de la Loire pénètrent à l'est au delà de Blois, peut-être même jusque dans l'Allier (V. Lyell, *Hist. des progrès, loc. cit.*, etc.), reposant près de Blois sur le calcaire lacustre de l'Orléanais, près de Tours sur le calcaire lacustre de Saint-Ouen ou sur la craie, etc. Dans l'Anjou, ils s'étendent au nord de la Loire; on en trouve des lambeaux dans tout le bassin de la Mayenne, qui semblent se rattacher par quelques autres jalons intermédiaires aux lambeaux bretons des petits bassins de la Rance et de la Vilaine. De cette disposition on peut conclure que la mer falunienne pénétrait dans l'ouest de la France par un grand golfe principal et par une quantité de bras, de canaux secondaires, de fiords où se plaisaient les Siréniens dont on retrouve les débris dans cette région en si grande quantité. Cette mer, dont la faune se relie si bien par les vertébrés, les mollusques, les échinides, etc., à la faune des dépôts synchroniques du sud de l'Europe, communiquait-elle avec le nord? Où sont les dépôts miocènes les plus voisins? D'après M. Lyell (*Proceed. of Geol. Soc.*, vol. III, p. 437, 1844) les dépôts supérieurs du Cotentin qu'il a étudiés aux environs de Rauville, de Carentan, de Sainteny, n'appartiendraient pas à l'époque des faluns de la Touraine, mais bien à l'époque suivante du crag d'Angleterre. Si cette appréciation, que nous n'avons pas été à même de vérifier, se confirmait, il n'y aurait de dépôt miocène ni en Normandie ni en Angleterre, et il faudrait aller, pour trouver des couches de cet âge, jusqu'en Belgique, où certaines couches des environs d'Anvers, celles de l'étage diestien, sont rapportées, et non sans conteste, par plusieurs géologues, au miocène du nord de l'Allemagne.

Il y aurait donc eu, à cette époque, une séparation plus grande encore entre les bassins du nord et du sud qu'aux époques précédentes.

4° J'en dirais enfin tout autant de *l'époque pliocène* subséquente, puisqu'on sait quelle distance géographique sépare la

faune coquillière des crags d'Anvers, de l'Angleterre et du Cotentin, des faunes subapennines de la Méditerranée. La série des riches dépôts tertiaires de la Gascogne s'arrête supérieurement à la faune de Saubrigues, que l'on est d'accord pour mettre au niveau des couches de Tortone en Italie, c'est-à-dire des couches intermédiaires entre la série miocène proprement dite et la série pliocène véritable. Les vrais dépôts pliocènes du nord et du midi seraient donc séparés, et indéfiniment peut-être du côté de l'ouest, par une surface de terres égale à celle de la France actuelle et qui permettait à la faune des grands vertébrés de cette époque (mastodontes pliocènes) de se répandre jusqu'en Angleterre.

En résumé, pour avoir une opinion formelle et affirmative sur ces questions, il faut attendre encore, sans doute; il faut attendre notamment de nouvelles découvertes et de nouvelles études paléontologiques sur les divers dépôts tertiaires, éocènes, miocènes ou pliocènes du Cotentin, qui, à cause de leur position au nord de l'axe granitique et paléozoïque de la Normandie, renferment probablement le nœud de la question des rapports des deux bassins. Cependant, sous cette réserve et en l'état actuel des observations, on peut dire que rien ne prouve encore qu'il y ait eu communication entre les mers pendant l'époque tertiaire, ou tout au moins pendant l'époque tertiaire moyenne et supérieure, à travers la Bretagne ou la Normandie; au contraire, l'étude des fossiles et de la situation géographique des dépôts actuellement connus amène à constater entre les mers de cette époque des différences qui se coordonnent, comme le disait, il y a vingt ans, M. d'Archiac (*Hist. des progrès*, vol. II, p. 636), à l'axe du Merlerault, ou ligne de partage actuelle des bassins de la Seine et de la Loire, prolongée vers le nord-ouest, et à en conclure l'existence, entre les bassins maritimes ouverts au nord-est et ceux ouverts au sud-ouest, d'une barrière de terre ferme persistante, d'un isthme, qui reliait les terres françaises aux grandes terres supposées de l'antique continent atlantique. C'est postérieurement à l'époque tertiaire que s'est établie la communication actuelle des mers européennes occidentales par le brisement de l'ancienne Bretagne anglo-française et l'ouverture du canal de la Manche, tel que nous le voyons.

Ces grands phénomènes quaternaires, qui ont été nécessairement nombreux et complexes avant d'aboutir finalement à la configuration actuelle de nos côtes, sont attestés dans la Bre-

tagne française par les dépôts de transport caillouteux qui surmontent partout, avons-nous dit, les dépôts tertiaires, qui les ont rasés, ravinés et creusés de poches et de puits naturels, comme d'habitude; ils sont attestés encore par les mouvements du sol et les dénudations qui ont morcelé et isolé les uns des autres non-seulement ces dépôts tertiaires, mais les dépôts quaternaires eux-mêmes, qui ont exhaussé ensuite et étendu les côtes de la presqu'île, et ont enfin, jusque dans les temps historiques, submergé les forêts littorales. Cette longue série de mouvements, qui se continue encore de nos jours, puisque la mer a délaissé le pied du mont Dol et qu'elle s'éloigne maintenant du mont Saint-Michel, a eu son point de départ initial à l'époque tertiaire qui a vu la mer, pour la première fois depuis les temps paléozoïques, pénétrer dans l'ancien massif, mais sans pouvoir le couper toutefois, si je ne me trompe; et ce serait seulement à l'époque quaternaire que remonterait la rupture du grand isthme anglo-breton, conséquence de l'affaissement dans l'abîme de l'Atlantide géologique.

Note additionnelle.

Depuis la présentation de cette note, j'ai eu l'occasion de voir le gisement tertiaire de Saint-Georges de Bouhon, près de Carentan (département de la Manche), auquel j'ai fait allusion et qui a été rapproché par M. Lyell (*Proceed.*, 1841, *loc. cit.*) plutôt des dépôts du crag que des faluns de la Touraine et de la Bretagne. Ce lambeau est situé à 6 kilomètres au sud de Carentan sur la rive gauche de la Taute, et il peut atteindre l'altitude de 40 à 45 mètres au-dessus du niveau de la mer; il est constitué par une roche sableuse jaune ou *tuf*, visible sur une dizaine de mètres d'épaisseur et composée de petits cailloux de quartz et de débris de coquilles et de bryozoaires agglutinés par un ciment calcaire. Je n'y ai pas trouvé les 30 espèces de coquilles dont parle M. Lyell, mais la roche est caractérisée par l'abondance avec laquelle on y rencontre une grande Térébratule, la *T. variabilis*, Sow., et deux ou trois espèces de petits Peignes dont je rapporte l'une au *Pecten ventilabrum*, Goldf., et l'autre au petit *P. striatus*, Sow.? ou *P. pusio*, etc? En dehors de ces espèces, je n'ai vu que des fragments peu déterminables de petites Huîtres, et autres petites bivalves (Arches, Lucines? etc), d'une petite Turritelle, d'un Balane très-abondant et d'un petit Cidaride. J'avoue que l'as-

pect de la roche m'a rappelé singulièrement celui des faluns agglutinés de l'Anjou et de la Bretagne. De plus, les trois espèces que je viens de citer ne s'opposent pas à cette assimilation; car je ne puis pas distinguer facilement la *Terebratula variabilis* du crag de la *T. perforata*, Duj., des faluns de l'ouest, qui se trouve notamment et en abondance aussi dans le falun de la Chausserie; et, quant aux deux Peignes, ils se trouvent également dans les faluns. Je suis donc porté, en attendant de plus amples matériaux, à considérer ce lambeau de Saint-Georges comme miocène, et comme totalement différent des marnes vraiment pliocènes à *Buccinum prismaticum* du Bosc d'Aubigny (V. Hébert, *Bull.*, 2e série, t. VI, p. 559) qui affleurent plus au sud au niveau même des marais de la Taute, à 8 mètres approximativement au-dessus de la mer.

La conséquence de ce point de vue est d'infirmer mes conclusions précédentes, au moins quant à cette époque, touchant la communication des mers tertiaires de la Bretagne et du Cotentin, qui me semblait peu admissible en raisonnant dans la pensée que ces dépôts de Carentan appartenaient à l'époque pliocène du crag. Je ne suis pas plus éclairé sur la question de savoir par où se faisait cette communication, les jalons intermédiaires manquant encore entre Carentan et l'arrondissement de Fougères, où des dépôts de cette époque ont été indiqués. Mais, si le lambeau de Carentan doit être assimilé aux faluns de Rennes et de l'Anjou, il faut nécessairement admettre que quelque bras de la mer miocène pénétrait jusque-là.

J'ajouterai à cette occasion que je ne doute pas non plus pour ma part des rapports entrevus par MM. Hébert et Matheron entre les faunes éocènes du Cotentin et certaines faunes des environs de Nantes et de Blaye; et je puis citer par exemple, à l'appui de ces rapports, un beau Cérite, long de 10 à 12 centimètres, à tours ornés d'une double série de tubercules, qui m'a été communiqué par notre confrère M. Eugène Deslonchamps, comme caractérisant les marnes qui se trouvent à la partie supérieure du dépôt de Hauteville, et qui caractérise également les calcaires supérieurs à *Echinolampas girundicus* de Saint-Martin, près de Blaye.

Je suis donc porté à croire maintenant que, pendant quelques époques au moins de la période tertiaire, la mer du sud-ouest a pénétré jusque dans le Cotentin, sans qu'il s'en suive forcément d'ailleurs communication avec le bassin Parisien et le bassin du Nord proprement dit, et que le relèvement de l'axe

du Merlerault est probablement postérieur à l'époque miocène, et peut-être à l'époque pliocène elle-même.

Comme détail paléontologique, j'ajouterai aussi que M. l'abbé Bazin m'a communiqué des Cyclolines recueillies par lui, non pas dans le calcaire à chaux hydraulique de Saint-Jacques ou de la Chausserie, mais dans la masse même du *falun* de Saint-Grégoire, près de Rennes. Les Cyclolines se seraient donc propagées dans ce petit bassin jusque dans l'époque miocène moyenne, fait intéressant. Le même observateur m'a montré aussi de grands *Pecten Tournali* et *P. solarium*, et de grands *Hinnites* provenant du lambeau falunien de Fems, au nord de Rennes, localité que je n'avais pas visitée.

M. Gruner fait la communication suivante sur le terrain houiller d'Ahun :

Note sur la flore du bassin houiller d'Ahun (*Creuse*);
par M. Gruner.

Le terrain houiller d'Ahun occupe, sur les bords de la Creuse, une étroite dépression, placée à égale distance de Guéret et d'Aubusson. — La vallée carbonifère a la forme d'un ovale très-allongé, dont le grand axe court du S. E. au N. O., comme les chaînes granitiques qui bordent la vallée.

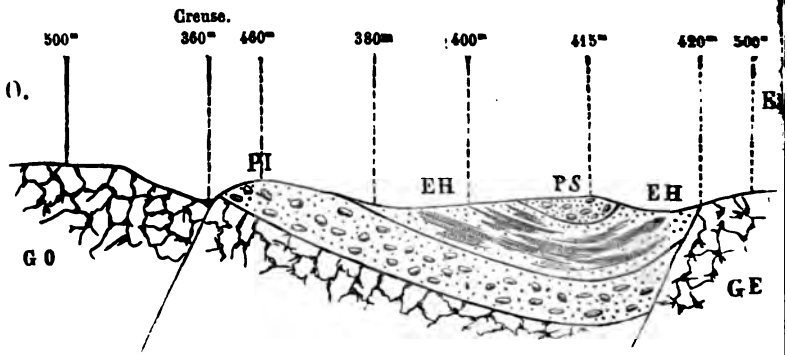
La longueur du bassin est de 13,650 mètres ; sa largeur de 2,000 à 2,500 mètres ; sa superficie de 2,200 hectares ; la puissance du dépôt, vers le centre du bassin, d'environ 500 mètres. L'altitude moyenne des plateaux granitiques, aux environs d'Ahun, atteint 500 mètres, tandis que celle de la dépression houillère, située entre deux, ne dépasse pas le chiffre de 400 mètres.

La composition du terrain houiller est simple. Le granite éruptif à structure massive et à un seul mica, de couleur foncée, en forme la base et le pourtour.

Sur ce granite repose un poudingue, à gros galets roulés, de 80 à 100 mètres. — Celui-ci supporte à son tour un ensemble de grès, de schistes et de couches de houilles, mesurant 300 à 350 mètres. C'est l'étage houiller proprement dit. Enfin, au sommet, vient un deuxième conglomérat, ou grès grossier stérile, dont l'épaisseur maximum est d'environ 50 mètres.

Le poudingue inférieur embrasse l'ensemble du bassin ;

l'étage du milieu en occupe les trois quarts; le poudingue supérieur le vingtième à peine. A partir de la lisière occidentale du bassin, et jusqu'aux trois quarts de sa largeur, les bancs inclinent vers l'est, sous l'angle moyen de 15 à 30°. Au delà, ils se rapprochent de l'horizontale, puis se relèvent brusquement, en sens inverse, le long de la grande faille-limite N. O. S. E., qui ramène au jour le sous-sol granitique. En résumé, le bassin d'Ahun présente, dans son ensemble, la disposition figurée par le diagramme ci-dessous :



Faille N. O. S. E. Faille limite orientale N. O. S. E.

GO Plateau granitique occidental. — GE Plateau granitique oriental. — PI Poudingue inférieur, 80 à 100m. — EH Étage houiller, 300 à 350m. — PS Poudingue supérieur, 50m.

Le nombre des couches de houille est, au maximum, de 9, si du moins on fait abstraction des veines, dont l'épaisseur est au-dessous de 0m,30. Elles appartiennent toutes à l'étage du milieu, qui lui-même peut être sous-divisé en six massifs, alternativement houillers et stériles. Voici leur ordre de succession, en allant de haut en bas :

1er massif stérile, formé de grès plus ou moins grossiers, mesurant	80 à 100 mètres.
Faisceau houiller *supérieur*, comprenant les couches nos 1 et 2	40 à 50
2e massif stérile, surtout arénacé	50 à 60
Faisceau houiller *moyen*, comprenant les couches nos 3 à 6	50 à 60
3e massif stérile, arénacé et schisteux	20 à 70
Faisceau houiller *inférieur*, renfermant les couches nos 7 à 9	35 à 40
Puissance totale de l'étage houiller proprement dit	275 à 380 mètres.

Cette puissance est faible; aussi, lorsqu'on la compare aux épaisseurs de 2,000 à 3,000 mètres des grands bassins de France et d'Allemagne, on est naturellement conduit à se demander si le dépôt d'Ahun représente, comme en *miniature*, toutes les parties de la formation houillère, ou s'il correspond seulement à l'une quelconque des principales sous-divisions de ce puissant ensemble. La nature de la houille, qui se rapproche des anthracites, peut faire penser aux étages inférieurs; mais l'on sait que ce caractère est peu sûr et qu'il faut plutôt consulter la flore du bassin.

Une fort belle collection d'empreintes houillères a été réunie, à Ahun, par les soins de M. l'ingénieur Robert, directeur des travaux; et, grâce à son obligeance, j'ai pu soumettre à M. Brongniart les échantillons les plus remarquables de cette riche collection. Que le savant professeur et l'habile ingénieur veuillent bien, tous deux, agréer, pour ce précieux concours, mes plus sincères remercîments.

Chaque échantillon de la collection de M. Robert porte, par puits et couches, la marque de son origine; aussi j'ai pu, dans les tableaux qui suivent, non-seulement indiquer les noms des plantes, mais encore les puits, les couches et les faisceaux auxquels elles appartiennent. Dans une dernière colonne, destinée à marquer les rapports de la flore du dépôt d'Ahun avec celle des autres bassins, j'ai indiqué les numéros des *zones de végétation* de M. Geinitz, auxquelles ces plantes paraissent appartenir. On sait que ce savant géologue distingue, dans les bassins houillers de la Saxe, cinq zones de végétation, basées, à la fois, sur la prédominance de certaines espèces et l'abondance relative des individus (1). Ce sont, en commençant par la plus basse :

Le n° 1, dite zone des *Sagenaria* ou des Lycopodiacées.
— 2 — *Sigillaires.*
— 3 — *Calamites.*
— 4 — *Annularia.*
— 5 — *Fougères.*

La première zone correspond au carbonifère *inférieur* de M. Gœppert, c'est-à-dire au *calcaire carbonifère*, aux assises du *culm* et au *millstone grit*, ou, si l'on veut, à la grauwacke carbo-

(1) *Geognostische Darstellung der Steinkohlen Formation in Sachsen*, 1856.

nifère et au grès à anthracite du Roannais (1). Par contre, les quatre zones suivantes représentent ensemble le terrain houiller proprement dit, appelé carbonifère *supérieur* par M. Gœppert, *coal-measures* par les Anglais, *productive Steinkohlenformation* par les Allemands. Comparées à la première, ce sont donc en réalité de simples étages. Leur flore diffère, dans son ensemble, autant de celle du carbonifère inférieur que de celle du terrain permien. En Saxe, suivant M. Geinitz lui-même, la première zone n'a qu'une *seule* plante commune avec les quatre zones du terrain houiller proprement dit (le *Sphenopteris elegans*, Brongn.); et, d'autre part, trois plantes seulement passent, en Saxe, de la formation houillère dans le terrain permien : le *Lycopodites piniformis* (Schloth.) et les *Pecopteris arborescens* et *Candolleanea* (Brong.). La liaison intime des quatre zones houillères ressort, d'ailleurs, des chiffres suivants : les deux plus éloignées, la deuxième et la cinquième, ont 20 pour 100 d'espèces communes; la deuxième et la troisième, 32 pour 100; les autres, en moyenne, 24 à 25 pour 100. On peut se demander, d'après cela, si cette classification en quatre zones a une importance générale ou une signification purement locale. La question ne me semble pas tranchée, mais mérite en tout cas d'être étudiée. On peut affirmer cependant, comme fait général bien constaté, la prédominance très-marquée des *Sigillaires* dans la moitié inférieure de la formation houillère, celle des *fougères*, des *Calamites* et surtout des *Astérophyllites*, dans les étages supérieurs.

Ainsi, dans la haute Silésie, M. Gœppert distingue deux étages; la houille de l'étage principal serait surtout formée par des Sigillaires, tandis que l'étage supérieur, plus pauvre en houille, ne renferme plus de lycopodiacées et seulement deux Sigillaires.

Dans le bassin de Saarbrück, les Sigillaires caractérisent également les couches des faisceaux inférieurs et moyens.

A Aix-la-Chapelle, selon M. Geinitz, les fougères et les Calamites abondent vers le haut de la formation, les Sigillaires dans les parties inférieures (2).

D'après Dawson, on trouverait au Canada des Sigillaires et des fougères dans les couches moyennes, des Calamites, des

---

(1) *Description géol. du département de la Loire*, p. 278 et 291, 1857.
(2) *Die Steinkohlen Deutschlands*, etc.; Münich, 1865, p. 174.

NOMS des Empreintes houillères.	NOMS DES PUITS ET COUCHES où les empreintes ont été trouvées.			Numéros des zones de M. Geinitz.	OBSERVATIONS
	Puits.	Couches.	Faisceaux.		
		n°s			
Sphenopteris Hæninghausi, avec fructifications	Ste-Marie.	4	Moyen.	V.	Le *S. Hæninghausi* est assez répandu à Ahun; les autres Sphenopteris sont rares.
S. Schlotheimi.	Ste-Barbe.	3	Moyen.	IV.	
S. Gravenhorsti.	St Édouard.	3	Moyen.	III à V.	
S., voisin du *furcata.*	F. Robert.	4	Moyen.	»	
Quelques espèces nouvelles ou peu nettes.	Ste-Barbe.	4	Moyen.	»	
	Ste-Marie.	3	Moyen.	»	
Dictyopteris.	St-Édouard.	3 et 4.	Moyen.	»	L'espèce n'a pu être déterminée. Sont rares.
	F. Robert.	5			
Odontopteris Brardi.	St-Édouard.	4	Moyen.	»	Rares.
	Ste-Barbe.	3			
O. minor.	Ste-Marie.	3	Moyen.	»	
Noeggerathia diverses espèces.	F. Robert.	7	Inférieur.	»	Les échantillons, bien caractérisés, sont peu répandus.
	Ste-Marie.	4	Moyen.	»	
Fruits et graines assez répandus et d'apparence variée.	St-Antoine.	2	Supérieur.	»	Plusieurs des fruits sont inconnus à M. Brongniart. — La plupart sont des *Trigonocarpes* et des *Rabdocarpes* qui paraissent se rattacher aux *Noeggerathia*. D'autres semblent appartenir aux *Asterophyllites*. En Saxe, les fruits abondent surtout dans la zone V.
	Ste-Barbe.	3 et 4	Moyen.	»	
	St-Édouard.	3			
	F. Robert.				
	De Morny. (Affleurements de Chantaud.	7 et 8	Inférieur.	»	
Lepidodendron elegans.	St-Antoine.	2	Supérieur.	»	Accompagne l'*Annularia longifolia* et les Astérophyllites.
	F. Robert.	7	Inférieur.	»	
	De Morny.	7			
Lepidodendron (espèces non déterminées.)	St-Édouard.	3	Moyen.	»	Sont assez répandus, mais de faibles dimensions : 0,01 à 0,02 de diamètre.
	Ste-Marie.	4			
	F. Robert.	8	Inférieur.	»	
Stigmaria ficoides et diverses espèces.	F. Robert.	7 et 8	Inférieur.	II à V.	Les *Stigmaria* sont peu abondants et indépendants des Sigillaires.
	St-Emile.	7			
Sigillaria (*distans?*) A part le *S. distans*, dont l'existence est incertaine, on n'a encore trouvé à Ahun aucune véritable Sigillaire.	St-Emile.	7	Inférieur.	V	Ces empreintes de troncs sont peu nettes. Elles se rapprochent du *Sig. distans* qui caractérise, en Saxe, la zone V. Mais il n'est pas certain que ce soient des Sigillaires. On les rencontre avec les *Stigmaria*.
	F. Robert.	7 et 8			
Divers troncs silicifiés de conifères peu nets, et tiges intérieures (*Sternbergia* occupant la place de la moelle.	St-Édouard.	5	Moyen.	»	Les conifères se trouvent plus souvent dans les zones supérieures.
	Surface du sol.	»	Dans les trois faisc.		

NOMS des Empreintes houillères.	NOMS DES PUITS ET COUCHES où les empreintes ont été trouvées. Puits.	Couches.	Faisceaux.	NUMÉROS des zones de M. Geinitz.	OBSERVATIONS.
		n^os			
Caulopteris macrodiscus.	St-Édouard. F. Robert.	3 et 4 7 et 8	Moyen. Intérieur.	V.	Les Caulopteris caracté-risent, en Saxe, la zon la plus élevée, tandi que les Sigillaires, sac le *S. distans*, appa tiennent surtout à l zone II et caractérisen les systèmes moyen e inférieur de St-Étienn dans le bassin de l Loire. Or, à Ahun, o n'a pas encore ren contré jusqu'à présen de Sigillaire propre ment dit bien défini.
Caulopteris peltigera.	St-Édouard.	4	Moyen.	V.	
Caulopteris (Cistii ? et divers autres troncs de fougères peu nets.	St-Édouard. St-Augustin. F. Robert.	3 et 4 5 5	Moyen.	V.	
Pecopteris Grandini ou espèce très-voisine.	St-Édouard. Ste-Marie. F. Robert.	3 3 et 4 5 et 7	Moyen. Moyen et inférieur.	»	Ces deux fougères son les plus répandues i Ahun et sont con-stamment ensemble.
P. ou *Alethopteris Plukeneti.*	Ste-Marie. Ste-Barbe. F. Robert.	3 et 4 4 5	Moyen.	II à V.	Le *Pecopteris Plukenet* abonde surtout dans l: zone V de M. Geinitz On rencontre parfoi: avec ces deux espèce: la *Neuropteris Scheuchzeri.*
P. ou *Alethopteris aquilina.*	Ste-Marie. Ste-Barbe.	3 3 et 4	Moyen.	III à V.	Abonde dans la zone V.
P. Dravreuxii, et quelques exemplaires voisins du *lonchitica*.	Ste-Marie.	3	Moyen.	»	Le *P.* ou *A. lonchitica* caractérise, en Saxe, la zone V.
P. dentata et *acuta.*	Ste-Marie.	4	Moyen.	III et IV.	
P. arborescens et hemitelidoides.	Ste-Marie.	4	Moyen.	IV et V.	Le *P. arborescens* est très-répandu dans la zone V.
P. arguta.	F. Robert.	7	Inférieur.	IV	
Neuropteris auriculata, et spécialement la *Cyclopteris obliqua*, considérée comme foliole inférieure de la précédente.	St-Émile. St-Jacques. St-Augustin. F. Robert.	7 et 8 7 7 7 et 8	Inférieur.	III à V.	La *Cyclopteris obliqua* est très-abondante dans le faisceau inférieur et semble indiquer, par son abondance, une espèce distincte de la *Neuropteris auriculata.*
N. Scheuchzeri.	F. Robert.	4 et 5	Moyen.	»	On rencontre dans les mêmes couches d'autres folioles de *Neuropteris* appartenant aux espèces *cordata*, *acuminata*, et *acutifolia*, ou à des espèces très-voisines. Cette dernière appartient, en Saxe, à la zone V.
N. heterophylla et *Loshii*, avec fructifications.	Ste-Marie. F. Robert.	4 et 5 5	Moyen.	»	

NOMS des Empreintes houillères.	NOMS DES PUITS ET COUCHES où les empreintes ont été trouvées. Puits.	Couches.	Faisceaux.	NUMÉROS des zones de M. Geinitz.	OBSERVATIONS.
Equisetum infundibuliforme.	F. Robert. St-Augustin.	n° 5 6 et 7	Moyen. Inférieur.	V.	
Calamites cruciatus (ou *Calamodendron*).	Ste-Marie. St-Augustin.	5	Moyen.	»	Les Calamites sont assez nombreuses à tous les niveaux. On en trouve au toit de la 2e C., et placées debout, normalement aux assises, dans les grès qui séparent le 2e faisceau du 3e. — Les espèces ne sont pas toujours faciles à distinguer. — Cependant le *Calamites Suckowi* paraît assez fréquent.
C. pachyderma.	St-Augustin.	6	Moyen.	II à V.	
Asterophyllites equisetiformis.	F. Robert.	7 et 8	Inférieur.	V.	Les Astérophyllites caractérisent, en Saxe, les zones moyennes et supérieures, à Saint-Étienne surtout le système supérieur.
A. hippuroides.	Ste-Barbe.	4	Moyen.	»	
Tiges et fructifications d'Astérophyllites.	F. Robert. St-Edouard.	8 3 et 4	Inférieur. Moyen.	» »	Se rencontrent associées à des troncs de Lépidodendron.
Eu particulier, *Volkmannia polystachia.*	Ste-Barbe. Ste-Marie.	3 4	Moyen.	»	Se trouve avec *Annularia brevifolia.*
Annularia longifolia.	Ste-Barbe. St-Édouard. Ste-Marie.	3 et 4 3 4	Moyen.	II à V.	Se trouve avec *Odontopteris Brardi* et *minor* dans la 3e C. des puits Ste-Marie et Ste Barbe.
	F. Robert. F.St-Jacques.	7	Inférieur.	»	A St-Etienne surtout dans le système supérieur.
An. brevifolia.	St-Antoine.	2	Supérieur.	»	Caractérise à St-Étienne le système supérieur.
	Ste-Marie. St-Augustin.	3 et 4 4	Moyen.	»	
	F. Robert.	7	Inférieur.	»	Se rencontre avec *Sphenophyllum majus.*
Sphenophyllum majus.	Ste-Marie. F. Robert.	4 7	Moyen. Inférieur.	» »	Se rencontrent avec des *Noeggerathia* et des *Lepidodendron.*
Tiges et feuilles de Sphénophyllum non déterminables.	Ste-Marie. F. Robert.	4 7	Moyen. Inférieur.	» »	Les Sphénophyllum se trouvent en Saxe et à St-Étienne, particulièrement dans les parties moyennes et hautes de la formation houillère.

fougères et des conifères dans les couches supérieures (1).

A Saint-Étienne, j'ai constaté de même que les Sigillaires abondent dans les systèmes inférieur et moyen du bassin houiller, tandis que les Calamites et les fougères se retrouvent plutôt dans les parties hautes du système moyen, et les Astérophyllites dans le système supérieur.

D'après cela, si la généralisation des quatre zones de végétation de la formation houillère de Saxe peut paraître prématurée, et si leur existence est encore douteuse dans les autres contrées, on n'en doit pas moins conclure, de ce qui précède, que les Sigillaires caractérisent surtout, par leur abondance, les étages inférieur et moyen de la formation houillère, tandis que les fougères, les Calamites, les Astérophyllites et les conifères appartiennent en majeure partie aux étages supérieurs.

Eh bien, examinons, à ce point de vue, la flore du bassin houiller d'Ahun, telle que je l'ai résumée dans les tableaux ci-joints.

L'examen attentif des tableaux qui précèdent conduit aux résultats suivants :

On constate tout d'abord l'absence totale des *Sigillaires*, sauf peut-être celle du *S. distans* de la zone V de la Saxe. A leur place on trouve des troncs de fougères, les *Caulopteris macrodiscus*, *peltigera* et *Cistii*.

Ces deux faits prouveraient déjà que le bassin d'Ahun appartient à la partie *haute* de la formation houillère; mais on en peut citer quelques autres : tels sont la présence de l'*Equisetum infundibuliforme* et de l'*Asterophyllites equisetiformis*, qui tous deux caractérisent la zone V de la Saxe; tels encore l'abondance des fougères, des *Annularia*, des Astérophyllites, des fruits ou graines, des *Sphenopteris Hœninghausi*, etc., plantes qui toutes se montrent de préférence dans les zones supérieures de M. Geinitz.

Remarquons d'ailleurs que les empreintes spéciales qui caractérisent la zone V des bassins saxons, telles que les *Caulopteris* et l'*Equisetum infundibuliforme*, ne sont pas bornées au faisceau supérieur du bassin d'Ahun. Elles se trouvent même plutôt dans les faisceaux inférieurs et moyens. Il en est de

(1) T. XVII des *Mémoires de l'Académie de Berlin*, p. 584. (Mémoire de M. Gœppert sur la flore fossile des terrains paléozoïques, 1859.)

même des *Annularia*, fougères, graines, etc. Donc le terrain d'Ahun *tout entier* correspond aux étages houillers supérieurs.

On peut se demander cependant si rien ne permet de distinguer spécialement l'un des trois faisceaux des deux autres? Je ferai observer d'abord à ce sujet que le faisceau supérieur est le plus pauvre en empreintes. Cela ressort clairement des tableaux précédents. Mais la cause en est double. Les grès dominent dans le faisceau supérieur, les schistes dans le moyen; les eaux, moins agitées lors du dépôt des schistes, facilitèrent davantage la conservation des plantes. Ensuite le faisceau supérieur ne renferme que deux couches, et l'une d'elles seulement a été fouillée ces dernières années, tandis que le faisceau moyen en contient quatre, qui sont activement exploitées par plusieurs puits. Si donc le tableau des empreintes montre le faisceau moyen spécialement riche en fougères, cela peut tenir, au moins en partie, à l'exploitation plus active dont il fut l'objet.

On peut constater ensuite que les *Pecopteris*, qui dominent parmi les fougères, proviennent surtout du faisceau moyen, tandis que la *Cyclopteris obliqua* appartient au faisceau inférieur. Celle-ci s'y rencontre en feuilles nombreuses, superposées l'une sur l'autre, sans mélange de *Neuropteris*, ce qui semble prouver que c'est bien réellement une espèce distincte et qu'elle ne représente pas simplement, comme divers auteurs le pensent, les folioles inférieures de la *Neuropteris auriculata*.

Le *Calamodendron cruciatum* caractériserait spécialement, selon M. Robert, la cinquième couche, tandis que les autres Calamites se rencontrent à tous les niveaux. Un fait qu'il importe encore de signaler, c'est que M. Brongniart a cru reconnaître, sur quelques échantillons, des traces de champignons. M. Geinitz les mentionne aussi en Saxe, et là encore uniquement dans la cinquième zone, vers la partie haute du terrain houiller.

Ainsi, en résumé, je crois pouvoir conclure d'une façon positive, que le bassin d'Ahun représente exclusivement l'étage le plus élevé de la formation houillère. La même conclusion s'applique d'ailleurs aux petits lambeaux des environs de Bourganeuf, dans le même département, car les Sigillaires y font également défaut, tandis que les fougères et les Calamites y abondent.

Avant de finir, je dirai quelques mots d'une autre question. A quelle cause faut-il attribuer la nature spéciale de la houille?

Il est aujourd'hui établi que, dans chaque bassin, à mesure que l'on atteint, le long d'une même ligne verticale, des profondeurs plus grandes, on trouve des houilles de plus en plus pauvres en matières volatiles; les houilles *sèches* passent, en descendant, aux houilles *grasses*, et celles-ci aux houilles *maigres* (1). Cette modification, qui dépend de la profondeur, me semble devoir être un simple effet de la chaleur centrale.

Mais, outre cela, on voit parfois aussi le charbon de certaines couches se modifier dans le sens de la direction. Faut-il, dans ce cas, attribuer le changement à des variations dans la nature des végétaux enfouis ou bien à une sorte de métamorphisme variable selon les lieux?

A Ahun, les charbons de toutes les couches sont gras et collants vers l'extrémité sud du bassin; ils renferment 25 à 30 pour 100 de matières volatiles; à 4 kilomètres de là, au centre du bassin, les mêmes couches fournissent des charbons anthraciteux, tenant 12 ou 15 pour 100 d'éléments volatiles; puis à 2 kilomètres plus loin et dans toute la partie nord du bassin, on retrouve de nouveau des houilles grasses, perdant en moyenne par calcination 18 à 20 pour 100. Or, à Ahun, les mêmes couches fournissent partout les mêmes empreintes, quelle que soit la nature de la houille. Celle-ci est, par suite, indépendante des espèces végétales.

On ne peut pas davantage attribuer la nature anthraciteuse des charbons du centre au voisinage de quelque roche éruptive, car ce sont précisément les charbons les plus gras de l'extrémité sud du bassin, qui sont les plus rapprochés de la coulée trappéenne que j'ai fait connaître, ici même, dans la séance du 20 novembre 1865 (t. XXIII, p. 96).

La seule cause apparente de la maigreur des charbons est le voisinage de plusieurs grandes failles. Des eaux thermales ou des émanations gazeuses ont pu, en les parcourant pendant toute la durée d'une période géologique, graduellement échauffer les roches les plus voisines.

---

(1) M. Geinitz, dans son ouvrage récent sur les houilles d'Europe (1865), p. 130, dit qu'à Saarbrück, contrairement à ce qui se voit dans le bassin belge et dans celui de la Ruhr, les houilles des trois faisceaux supérieurs sont maigres (*mager*), tandis que celles du faisceau inférieur sont grasses. Il y a ici confusion évidente entre les houilles *sèches* et *maigres*. Les houilles supérieures de Saarbrück sont sèches par excès d'oxygène, et non maigres par défaut d'hydrogène.

M. Marcou constate avec plaisir que M. Gruner a vérifié, dans la Creuse, l'exactitude des divisions que M. Geinitz a établies pour l'Allemagne et dont les traits principaux se retrouvent jusqu'en Amérique, ainsi que cela résulte des travaux de MM. Lesquereux et Dawson.

M. Delanoüe croit, avec M. Gruner, que la qualité de la houille ne tient pas à la nature des végétaux constituants, et il est disposé à en chercher le principe dans l'action de la chaleur centrale.

Cependant M. Gruner rappelle qu'il a signalé, dans le bassin d'Ahun, l'existence d'une coulée de trapp qui n'a exercé aucune action sur la qualité du charbon; et M. Parran ajoute que, dans le Gard, les changements de nature de la houille sont souvent en rapport avec des phénomènes purement mécaniques, tels que des failles accompagnées de rejets.

M. Delesse, tout en attribuant, dans le phénomène, une grande part aux actions physiques, croit qu'il faut tenir compte de la nature des végétaux, car on sait que des ligneux de composition chimique identique ne s'altèrent pas à l'air de la même manière.

M. Fischer fait la communication suivante :

Note sur la géologie du sud de Madagascar; par M. Fischer.

La géologie du sud de l'île de Madagascar nous est complétement inconnue; la géographie même de cette région est à peine étudiée.

M. Grandidier, dans son dernier voyage, a trouvé près du cap Sainte-Marie un grand nombre de débris d'œufs d'Épyornis. Ces fragments étaient enfouis dans les dunes du rivage avec des moules et des coquilles de mollusques terrestres appartenant aux genres *Bulimus*, *Helix*, *Cyclostoma*, non décrits pour la plupart (1). Un de ces Bulimes cependant est connu depuis long-

(1) Depuis la présentation de cette note, les espèces nouvelles ont été décrites sous les noms de *Bulimus Grandidieri*, *Bulimus subobtusatus* et *Cyclostoma Grandidieri*, Crosse et Fischer (*Journal de Conchyliologie*, t. VIII, p. 180-187, pl. VII, 1868.)

temps sous le nom de *Bulimus Favannei*, Daudeb., mais sa patrie était considérée comme incertaine; maintenant, le doute n'est plus permis et la présence de cette coquille encore vivante de nos jours avec les débris d'Épyornis fait supposer que l'extinction de l'oiseau gigantesque de Madagascar date de l'époque actuelle, et probablement de l'époque historique, quoique les traditions des indigènes soient muettes à cet égard.

En remontant du S. au N., le long de la côte O., entre le cap Sainte-Marie et Machicora, on découvre plusieurs localités où des œufs entiers ont été recueillis au milieu des éboulis produits par les pluies; quelques-uns ont été achetés aux indigènes, qui les utilisaient comme vases à puiser de l'eau.

M. Grandidier, se dirigeant de l'O. à l'E. par 23° 30′ de latitude S. et 42° 40′ de longitude E., à peu de distance de la rivière Anhoulahé, a détaché deux fossiles empâtés dans une roche calcaire jaunâtre, et dont l'intérêt est considérable, puisqu'ils annoncent la présence probable, sinon positive, de terrains secondaires. Ils se rapportent tous les deux au genre Nérinée.

NERINÆA LEIOGYRA, Fischer. — *Testa conica, trochiformis; anfractus planulati, approximati, regulariter circulares; anfractus ultimus ad basim subangulatus; facie inferna lata, vix convexa; umbilico stricto, profundo; apertura subquadrata; pariete columellari plicis duabus æquidistantibus munita; pariete supero uniplicato; parietibus externo et infero haud plicatis; sutura non profunda.*

Coquille conique, trochiforme; tours de spires planes, rapprochés, régulièrement circulaires; dernier tour subanguleux à la base; surface de la base large, peu convexe; ombilic étroit, très-profond; ouverture subquadrangulaire, paroi columellaire pourvue de deux plis équidistants; paroi supérieure munie d'un pli; parois externe et inférieure non plissées; suture à peine marquée.

Le plus petit exemplaire est assez allongé; on y voit six tours de spire; longueur 78, largeur 50 millimètres.

Le plus grand est encore plus incomplet; il se compose de deux tours de spire; longueur 45, largeur 80 millimètres.

Observations. — Cette nouvelle espèce de Nérinée est remarquable par la largeur de sa base, sa forme franchement conique qui lui donne extérieurement l'aspect d'un Pleurotomaire, ses

tours de spire aplatis et probablement peu nombreux, et enfin par la disposition des plis intérieurs.

Je ne trouve aucune espèce fossile qui lui soit semblable; cependant la nouvelle espèce a quelques affinités avec les Nérinées à spire courte de la craie.

Dans le continent européen, les Nérinées caractérisent les terrains secondaires; elles apparaissent dans l'oolithe inférieure et s'éteignent dans la craie supérieure. Il est probable que cette loi n'est pas modifiée par les faunes géologiques australes, et que l'extinction du genre *Nerinæa* a été complète avant la formation tertiaire. Le genre *Trigonia* caractéristique des couches secondaires de l'Europe se trouve, il est vrai, à l'état fossile dans les terrains tertiaires d'Australie, mais il possède encore des représentants dans l'océan Pacifique, et la série de ses espèces semble avoir subi dans la série des temps une extinction partielle ou une sorte d'émigration.

M. Alphonse Milne-Edwards, à l'occasion de cette communication, présente quelques observations sur l'*Æpyornis*.

M. Marcou ne croit pas que l'existence des Nérinées doive absolument être considérée comme indiquant avec certitude la présence des terrains secondaires, car les Nérinées ont pu habiter, sous l'équateur, à une époque géologique différente de celle qu'elles caractérisent d'ordinaire en Europe.

Séance du 17 *février* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M.

Le docteur CHARLIER, rue Saint-Gilles, 19, à Liége (Belgique); présenté par MM. d'Omalius d'Halloy et G. Dewalque.

M. Bourassin, ancien membre, à Kermingam, près Concarneau (Finistère), est admis, sur sa demande, à faire de nouveau partie de la Société.

Le Président annonce ensuite deux présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'instruction publique, *Journal de Savants*, janvier 1868; in-4°.

De la part de M. Jules Marcou, *Distribution géographique de l'or et de l'argent aux États-Unis et dans les Canadas;* in-8°, 14 p., 1 carte; Paris, 1867.

De la part de M. Charles Martins, *L'Association Britannique pour l'avancement des sciences et sa 37e session à Dundee en Écosse, en septembre* 1867, in-8, 35 p., Paris, 1868.

De la part de M. J. F. N. Delgado, *Da existencia du homem no nosso solo em tempos mui remotos provada pelo estudo das cavernas*, in-4, 127 p., 3 pl.; Lisbonne, 1867.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. — 1868, deuxième sem.; T. LXVI, nos 5 et 6; — in-4°.

L'Institut, nos 1779 et 1780; 1868; in-4.

Report of the 36th *meeting of the British Association for advancement of science held at Nottingham in August* 1866, in-8; Londres, 1867; chez John Murray.

The Athenæum; nos 2102 et 2103; 1868; in-8.

Verhanlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt, 1868, nos 2 et 3, in-8°.

Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Leonhard et H. B. Geinitz; 1868, 1er cahier, in-8.

Revista minera, 1er février 1868, in-8.

The American journal de Silliman; janvier 1868, in-8.

M. Marcou offre à la Société son travail sur la distribution de l'or et de l'argent dans l'Amérique du Nord (V. la *Liste des dons*), et présente à ce sujet quelques indications sommaires.

M. Delanoüe fait la communication suivante sur une découverte de moraines glaciaires en Auvergne.

MM. Éd. Collomb et Ch. Martins viennent de présenter à l'Académie des sciences un Mémoire avec figures et cartes sur les anciens glaciers qu'ils ont découverts dans les Pyrénées, dans la vallée d'Argelès.

Ce beau travail m'a remis en mémoire les traces analogues d'anciens glaciers que j'ai observées en Auvergne et en particulier dans le Puy-de-Dôme. Ainsi, je dois signaler à l'attention de nos confrères les moraines qui encombrent la vallée de la Dordogne, puisqu'elles n'ont encore été remarquées, ou du moins signalées, par aucun des nombreux voyageurs qui fréquentent chaque été le Mont d'Or.

Toutes les fois qu'il est possible d'observer la composition intérieure de tous ces monticules irréguliers, aujourd'hui couverts de verdure, on y retrouve, comme dans ceux de la Suisse, un mélange incohérent de matériaux anguleux, de toute forme, de toute grosseur, placés dans toutes sortes de positions instables, enfin complétement dépourvus de stratification, ce caractère essentiel de tout terrain transporté par les eaux.

Ces moraines, dont l'authenticité est incontestable, abondent au-dessus et surtout au-dessous du village des Bains, sur la rive gauche de la rivière, et il existe au lieu dit Salon de Mirabeau une moraine terminale au travers de laquelle les eaux réunies de la Queureille et de la Dordogne se sont ouvert un passage.

J'ai l'intention d'aller revoir et de mieux étudier les phénomènes glaciaires dont l'Auvergne a été çà et là le théâtre. Je serais toutefois enchanté d'être devancé par quelque géologue plus jeune qui prendrait pour modèle le travail tout à fait classique de MM. Collomb et Martins. Cette note-ci n'a même pas d'autre but.

Après quelques observations de MM. Collomb et Daubrée, le secrétaire présente la communication suivante de M. Dieulafait.

Note sur l'oolithe inférieure, les calcaires à empreintes végétales et les calcaires à Entroques, dans le sud et le sud-est de la France; par M. Louis Dieulafait.

Nous allons examiner dans cette note plusieurs questions en apparence assez diverses, mais ayant, en réalité, une telle connexion, qu'il n'aurait pas été possible de les traiter séparément d'une manière convenable.

Nous nous proposons de montrer que, dans le bassin naturel comprenant à peu près l'ancienne Provence, il existe dans les terrains sédimentaires, de part et d'autre d'une ligne dont nous allons tracer la direction, des différences de premier ordre; de signaler, dans l'est de la Provence, une extension et un développement prodigieux des calcaires à empreintes végétales analogues à ceux de Valcros; de montrer que le développement de ces curieuses empreintes n'est pas moins considérable du nord au sud du département de l'Ardèche, et de relier ainsi les points isolés où leur existence a été signalée de l'autre côté du Rhône; de faire voir que ces empreintes ne peuvent pas, comme on l'avait supposé, servir de niveau géologique précis; d'examiner la question des *calcaires à Entroques* en Provence, où leur existence a été signalée par plusieurs habiles observateurs.

En se rendant compte du relief actuel de la Provence, on constate facilement que le sud-est de cette ancienne province forme un bassin orographique extrêmement naturel.

Il est limité, dans sa partie méridionale, par la Méditerranée, depuis le cap Croisette, au sud de Marseille, jusqu'à l'embouchure de la rivière du Var, et fermé, vers le nord, par une suite non interrompue de hautes montagnes.

L'une, constituant le cap Croisette même et s'avançant jusqu'à Tourves, comprend, dans sa partie moyenne, au nord de Cuges, la fameuse montagne de la Sainte-Baume, l'un des lieux de pèlerinage les plus célèbres du monde. Une chaîne se détache de la Sainte-Baume, s'avance vers le nord, passe à l'ouest de Nans, de Saint-Maximin, de Besaudun, et se prolonge au delà de Laverdière, à peu près jusqu'au parallèle de Grasse. Là, un coude brusque de plus de 100° se produit, et la direction générale de la chaîne devient bientôt ouest-est, en passant au nord de Tavernes, Aups, Bargemont, Seillans; elle tourne alors assez brusquement vers le nord et finit par se rac-

corder avec les hauts escarpements de Thorenc et de Coursegoules qui, courant ouest-est, ne se terminent qu'à la profonde brisure au fond de laquelle coule le torrent du Var.

Sans nous préoccuper, pour le moment, de l'époque géologique ou des époques auxquelles il faut rapporter l'apparition des différentes parties de cette grande chaîne, et ne la prenant que pour une simple ligne de démarcation, nous montrerons que les terrains qui se succèdent dans chacun de ces deux bassins (bassin du nord-est ou de la Durance et bassin du sud-est) offrent des différences profondes dans leurs caractères les plus essentiels. C'est ce que nous allons établir, aujourd'hui, pour le lias supérieur et surtout pour l'oolithe inférieure.

Lias supérieur. — Dans le bassin de la Durance, et notamment dans le département des Basses-Alpes, le *lias moyen* ressemble absolument à l'étage correspondant du sud-est; seulement il est moins fossilifère que ce dernier. Ce sont, dans les deux cas, des bancs énormes extrêmement compactes, remplis d'Encrines et montrant en abondance de gros silex branchus.

Dans le bassin du sud-est le *lias supérieur* se confond complétement, par l'ensemble de ses caractères, avec le lias moyen. Aussi, est-ce seulement par le secours des fossiles qu'on a pu établir l'existence de cet étage dans le sud-est de la Provence.

Dans le bassin du nord-est, le lias supérieur offre, par rapport au lias moyen, et par suite à l'étage supérieur du sud-est, une différence aussi grande que possible; en effet, au lieu d'être compacte, il est essentiellement marneux; au lieu de présenter une puissance de quarante ou cinquante mètres, comme dans le sud-est, il en mesure près de cinq cents; enfin, dans le sud-est il n'existe pas de ligne de démarcation entre les deux étages, tandis qu'elle est on ne peut plus prononcée dans le bassin du nord-ouest; c'est ce que montre en particulier la citation suivante empruntée à M. Hébert :

« La surface de contact du lias supérieur et du lias moyen « est très-tranchée. Le calcaire est irrégulier à sa surface, « très-dur, comme usé par les eaux; le schiste noir et terreux « par lequel débute le lias supérieur ne se lie aucunement « avec lui (1). »

Il faut encore signaler un autre point relatif au lias supé-

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, t. XIX, p. 112.

ieur du nord-ouest, qui tire, en outre, un intérêt spécial de cette autre citation du mémoire de M. Hébert :

« La ligne de démarcation entre les calcaires qui terminent « le lias moyen et les schistes terreux qui commencent le lias « supérieur est tellement nette qu'il semble qu'il y ait eu « dans la sédimentation une interruption pendant laquelle les « calcaires durcis et lavés par les eaux auraient pris cette sur- « face inégale et rugueuse qu'ils présentent aujourd'hui (1). »

Cette hypothèse d'une interruption dans la sédimentation émise par le savant professeur de la Sorbonne est très-probablement l'expression exacte de la vérité.

En effet, si aux environs de Digne, comme la chose paraît parfaitement établie, le lias moyen se termine avec les gros bancs calcaires, *cet étage n'est pas complet à la partie supérieure.*

On sait que les fossiles sont rares dans le lias moyen des Basses-Alpes ; cependant nous avons rencontré, dans cet étage, un niveau très-riche et en outre des plus faciles à retrouver : c'est la partie supérieure des derniers bancs compactes. Il y a là un très-grand nombre de fossiles ; mais celui qui domine surtout, par le nombre et le développement considérable des individus, c'est l'*Ammonites fimbriatus*. Ce niveau existe en particulier à quelques centaines de mètres à l'est de l'établissement des bains d'eau thermale de Digne, et presque au niveau du ravin. Il se retrouve au sud-est de Digne, quand on descend du village de la Clape pour rejoindre la route de Castellane et la rivière de l'Asse. Il en est encore de même, au haut de la montagne de Taulanne, du côté de l'est et au nord-ouest de Digne quand on s'avance vers Thoard.

Oolithe inférieure. — Il existe en Normandie, au-dessous de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux un ensemble de couches extrêmement remarquables par l'abondance et la nature de leurs fossiles : c'est la division appelée *malière* dans le pays, expression qui a été adoptée par les géologues de la contrée.

Dans son travail si remarquable sur *les étages jurassiques inférieurs de la Normandie* (2), notre savant ami M. Eugène Deslongchamps a étudié et précisé, bien plus complétement qu'on ne l'avait fait avant lui, les rapports généraux de cette division.

Cette zone existe dans le bassin du sud-est de la Provence,

(1) *Bulletin de la Soc. géol.*, t. XIX, p. 113.
(2) Paris, Savy ; Caen, Leblanc Hardel, 1864.

et s'y montre avec les caractères et surtout les fossiles de la Normandie.

Elle renferme des Pleurotomaires énormes, de grosses Panopées, des Pholadomies, etc., mais dont la conservation incomplète rend la détermination très-douteuse. Au contraire, les espèces à test fibreux sont d'une conservation très-suffisante et souvent même complète.

Ce sont en particulier : *Modiola ventricosa*, *M. plicata* et deux autres espèces ou nouvelles ou inconnues pour nous; *Lima heteromorpha*, *L. proboscidea*, la première caractéristique de ce niveau et bien contournée, la deuxième assez commune dans cette zone, mais passant jusque dans les parties élevées de la grande oolithe; cinq ou six Peignes, parmi lesquels *P. barbatus* qui ne se trouve pas ailleurs et *P. paradoxus*, dont le niveau principal est beaucoup plus bas; plusieurs Térébratules, parmi lesquelles deux espèces essentiellement caractéristiques de la *malière* de Normandie, et qu'il est absolument impossible de distinguer des échantillons de cette derhière région; c'est la *T. perovalis* et la jolie petite *T. Endesii*, plusieurs variétés de la *Rhynchonella ringens*, *Belemnites sulcatus*, *B. compressus*, *Nautilus lineatus*, plusieurs genres des Ammonites et en particulier l'*A. Murchisonæ*, etc., etc.

Tous ces fossiles sont identiques avec ceux que M. Deslongchamps donne comme caractéristiques de la *malière* de Normandie.

Dans le bassin de la Durance, je n'ai, nulle part, rencontré la moindre trace de ce niveau si remarquable et si développé dans le bassin du sud-est.

Je n'ai pas cru devoir adopter pour la Provence le mot de *malière* comme trop local et semblant trop préjuger la question d'indépendance de cette division; je l'ai remplacé par celui de *zone à Lima heteromorpha*, et je l'ai rapporté à l'oolithe inférieure, suivant en cela l'opinion des géologues les plus autorisés. Je dépasse un peu, dans ce cas, celle de M. Deslongchamps, qui considère la *malière* comme formant « une transi- « tion des plus remarquables entre les marnes infra-oolithiques « (toarcien de d'Orb.) et l'oolithe inférieure proprement dite; » mais constatons également que le savant paléontologiste a soin de faire remarquer que les espèces de cette zone « ont une « analogie marquée avec celles de l'étage suivant (1).

(1) *Op. citato*, p. 94.

Si on examinait toutefois, seulement au point de vue stratigraphique et minéralogique, quelles sont en Provence les affinités de cette zone, on la rapporterait sans aucune hésitation possible au lias supérieur.

En effet, quand à partir du niveau à *Ammonites bifrons* par exemple on s'élève dans la série des couches, on atteint les bancs renfermant la *Lima heteromorpha* et les fossiles si nombreux qui l'accompagnent, sans qu'il soit possible de trouver, en aucun point, la moindre différence dans l'aspect général des assises.

Ajoutons toutefois que le niveau fossilifère dont il s'agit est dans les parties élevées des calcaires à silex; mais constatons bien aussi que la plupart des fossiles de cette zone sont compris dans ces mêmes calcaires. On sait du reste qu'en Normandie les silex sont très-fréquents dans les bancs de la *malière*.

Dans le Var, cependant, quelques fossiles existant déjà dans la partie la plus inférieure du niveau fossilifère dont il s'agit se continuent, sans la moindre modification, dans les assises marneuses qui succèdent aux calcaires à silex.

Parmi ces derniers, le plus remarquable est certainement la *Terebratula perovalis*, puis l'*Ammonites Murchisonæ*, dont la station principale est dans les premiers bancs supérieurs sans silex.

L'établissement de ces faits conduit nécessairement à penser que les causes qui ont amené un changement si profond dans les sédiments, à partir de la fin des calcaires à silex, n'ont pas agi assez énergiquement pour modifier d'une manière sensible les conditions générales du développement organique, puisqu'il existe, dans des couches marneuses, à cinq ou six mètres au-dessus des derniers silex, des restes d'animaux de tous points identiques avec ceux que l'on rencontre à douze ou quinze mètres plus bas dans ces mêmes calcaires à silex.

Nous allons maintenant examiner une autre face de la question qui nous occupe, celle des empreintes végétales signalées pour la première fois en France par M. Émilien Dumas, il y a plus de vingt ans, et dont plusieurs géologues se sont avec raison occupés dans ces dernières années. Parmi eux, M. Dumortier est celui qui a plus particulièrement attiré l'attention sur ces empreintes en montrant les services qu'elles pouvaient rendre à la géologie.

En 1861 (1) M. E. Dumortier publia sur ce sujet un travail dans lequel il annonça que ces empreintes (rapportées au *Chondrites scoparius* par Thiollière) existaient toujours entre les derniers bancs du lias supérieur que l'auteur termine avec la zone à *Ammonites opalinus* et les premières assises du *calcaire à Entroques* caractérisées par le *Pecten personatus*. Il montre, en second lieu, que ces empreintes, s'étendant sur de vastes espaces, constituaient un horizon très-digne d'attention, surtout si l'on considérait que les assises au milieu desquelles on les avait rencontrées jusque-là étaient toujours très-pauvres en fossiles. D'un autre côté les fossiles recueillis par M. Dumortier avec les *Chondrites* ne lui permettaient pas de placer ces empreintes ailleurs qu'à la base de l'oolithe inférieure. Enfin, en constatant l'existence de ces empreintes toujours au même niveau (M. Dumortier le croyait du moins) dans le Lyonnais, le Gard, les Bouches-du-Rhône, la Lozère, etc., il en conclut « que leur position n'offre aucune incertitude » et « que « cette petite division de l'oolithe inférieure formait un horizon « géologique dans toute la force de l'expression (2). »

Ces conclusions, vraies probablement pour les environs de Lyon, ne le sont plus nullement pour le midi de la France.

Il est assez singulier que les points où ces curieuses empreintes ont été signalées soient précisément ceux où leur développement est le plus faible. Pour voir, en effet, ce développement dans toute sa puissance, c'est le département des Basses-Alpes qu'il faut visiter, et jamais l'existence de ces empreintes n'y a été signalée.

Il est parfaitement évident, à l'inspection des lieux, que, si M. Hébert n'en a pas fait la moindre mention dans un mémoire sur la Provence où chaque ligne révèle un fait nouveau, c'est que le savant professeur a eu pour en agir ainsi des raisons que nous ne connaissons pas ; mais il est impossible de ne pas les remarquer en suivant en particulier le vallon de l'Escure dont M. Hébert a donné la coupe.

Quoi qu'il en soit, des mesures que nous avons exécutées aux environs de Digne à l'effet de résoudre plusieurs questions relatives aux hauts escarpements de la montagne de la Blanche, mesures dont nous pouvons répondre à 20 mètres près,

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XVIII, p. 579.
(2) *Bull.*, *loc. cit.*

nous ont montré que l'épaisseur des assises renfermant les empreintes végétales atteint au minimum 300 mètres.

En nous reportant à la coupe générale des environs de Digne donnée par M. Hébert, nous trouvons la succession suivante :

1° Schistes noirs à *Ammonites radians*.....	200 mètres.
2° Schistes avec calcaire à *A. complanatus*.....	200
3° Marnes calcaires avec *Posidonies*, *A. Levesquei*....	80
4° Calcaire à *A. Humphriesianus et A. ferruginensis*..	70
	550 mètres.

Or, si de ces 550 mètres on excepte les 200 mètres de la base, épaisseur du reste notablement trop forte, on rencontre les empreintes végétales dans toute l'épaisseur de cette série.

Le niveau où elles se montrent avec le plus de profusion est celui qui correspond aux bancs calcaires remplis d'*A. complanatus*, *discoides*, *concavus*, etc., de la division n° 2.

Elles se continuent ensuite avec des intermittences et elles éprouvent une forte recrudescence quand on arrive au voisinage de l'oolithe inférieure, ou du moins au niveau de l'*A. Humphriesianus*. Elles s'élèvent du reste au-dessus de cet horizon ; mais, à cause de l'état très-marneux des assises supérieures, leur conservation est bien moins complète et leur observation plus difficile.

Quand en France au moins on voudra étudier spécialement ces curieuses empreintes, c'est le département des Basses-Alpes qu'il faudra choisir. Pour nous, qui nous proposons un tout autre but, celui d'évaluer la valeur de ces empreintes comme horizon géologique, nous généralisons les résultats que nous avons obtenus à ce point de vue, de la façon suivante.

Ces empreintes existent dans toutes les assises qui constituent la plus grande partie du lias supérieur et de l'oolithe inférieure partout où ces étages existent dans le bassin provençal de la Durance. Leur développement le plus considérable s'étend de part et d'autre d'une ligne moyenne partant de Sisteron et passant par Thoard, Digne, les Dombes, la Clappe, Morcuite, Barème, Senez, la montagne de Taulanne, la Palu et aboutissant à Castellane.

Dans toute cette étendue les calcaires à empreintes n'éprouvent que deux interruptions, l'une entre Sisteron et Thoard, due aux terrains tertiaires, et l'autre sur le territoire de Barème

et de Senez, région dans laquelle les terrains crétacés s'abaissent, presque subitement, jusqu'au niveau de la rivière de l'Asse.

Au delà de Senez les empreintes sont en particulier très-développées à l'entrée du défilé de Taulanne, du côté de l'ouest, après le passage du col de l'est, aux environs du petit hameau de Sioune et surtout dans la direction du nord, à partir de ce point.

Dans la partie opposée du bassin du nord-ouest les mêmes faits se reproduisent partout où le lias supérieur et l'oolithe inférieure sont à découvert. C'est ce qu'il est facile de constater dans le petit lambeau de jurassique inférieur visible à Saint-Marc et dans la vallée de Vauvenargues, à l'est de la ville d'Aix. On retrouve là complétement le type marneux des Basses-Alpes avec les empreintes occupant les mêmes positions que dans le département précédent; seulement, les étages, tout en conservant une puissance respectable, sont bien moins épais et aussi bien moins fossilifères que leurs correspondants de la partie est du bassin.

Passons dans le bassin du sud-est.

Dans un second travail (1), plus particulièrement consacré aux empreintes végétales du Var, M. Dumortier place à Valcros ces empreintes dans les calcaires marneux qui succèdent aux bancs compactes à silex; c'est-là, en effet, ainsi que nous l'avons vu, qu'elles sont surtout développées dans cette partie de la Provence.

M. Coquand partage complétement cette manière de voir dans sa remarquable étude sur la chaîne de la Sainte-Baume. Le savant géologue considère, en outre, ces empreintes comme marquant la base de l'oolithe inférieure (2).

Nous avons vu que ces deux points doivent être rectifiés, puisque l'oolithe inférieure et les empreintes végétales commencent, en réalité, dans les bancs à silex les mieux caractérisés.

Si, de la Provence on passe dans le Languedoc, on constate également dans cette province un développement considérable des empreintes dont nous nous occupons.

Déjà, comme on le sait, on a signalé leur présence dans le Gard, la Lozère et l'Ardèche.

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XIX, p. 839.

(2) *Mémoires de la Société d'émulation de la Provence*, t. III, 1863.

D'après les indications de M. Ém. Dumas et de M. Kœchlin-Schlumberger, ce sont probablement les empreintes du troisième niveau (zone à *Ammonites Humphriesianus*) qu'ils ont rencontrées dans le Gard et la Lozère. Quant à celle des environs de Privas signalées par M. Ébray, elles appartiennent bien à ce niveau.

L'absence du premier niveau (partie moyenne du lias supérieur) est forcée dans l'Ardèche, au moins pour la partie du lias supérieur constituée dans cette région par des sédiments essentiellement quartzeux et grossièrement arénacés. La nature de ces dépôts n'aurait pu permettre aux empreintes de se conserver, en même temps que la mer fortement agitée qui a produit ces dépôts n'offrait vraisemblablement pas les conditions convenables pour leur développement.

Bien que je n'aie pas rencontré dans l'Ardèche le deuxième niveau (base des calcaires à Entroques), il est bien probable qu'il s'y rencontre et que des recherches plus soutenues le feront découvrir. Rien, en effet, ne semble avoir dû empêcher sa production à la base des calcaires à Entroques dont le développement dans cette région est parfaitement accusé.

Quant au troisième niveau, on le rencontre partout, quand on s'est élevé au-dessus du lias supérieur et du calcaire à Entroques. En suivant, en particulier, la route de Privas à Joyeuse on peut en voir un très-grand développement.

En sortant de la formation liasique, environ à cinq kilomètres de Privas, la route fait un coude brusque, et franchit, à l'aide d'un pont, un des nombreux ravins qui forment à l'ouest l'origine de la vallée de Privas. Elle contourne à l'est le pied d'une montagne fortement marneuse dont les parties basses montrent en abondance les empreintes dont nous nous occupons.

C'est très-probablement le même niveau que celui des Dombes et qui correspond, dans l'Ardèche comme dans les Basses-Alpes, à la zone si remarquable de l'*A. Humphriesianus*. Tout, du reste, dans cette montagne de l'Ardèche, et jusqu'à a triste végétation qui la recouvre, rappelle exactement la partie basse et moyenne de l'escarpement des Dombes à l'est de Digne.

Quand d'ailleurs on examine ces montagnes qui, courant parallèlement au Rhône, constituent la partie est du département de l'Ardèche, on est frappé de l'aspect presque identique qu'elles présentent avec les parties inférieures de la

grande chaîne de la Blanche, qui, dans les Basses-Alpes s'étend de la Durance au vieux château de Chaudon.

Aux environs du 23e poteau kilométrique on atteint les terrains ignés. Les empreintes signalées plus haut restent très-abondantes et se maintiennent presque jusqu'au contact de ces derniers terrains.

Le même phénomène se reproduit de l'autre côté de la montagne ; les petits lambeaux de calcaires qu'on rencontre avant d'atteindre le sol montrent fréquemment les empreintes du troisième niveau.

Après avoir descendu la rampe du côté d'Aubenas on retrouve les calcaires à empreintes très-développées, et on ne les quitte plus qu'accidentellement jusqu'à Aubenas.

Quand on a franchi le coteau sur lequel s'élève d'une façon si pittoresque la petite ville d'Aubenas, on ne tarde pas, en marchant toujours au sud, à retrouver les empreintes du troisième niveau. Elles sont en particulier très-développées sur le territoire des communes de Saint-Étienne, de la Chapelle, d'Uzer, de Rozière et de la ville de Joyeuse. Elles s'étendent toujours vers le sud et vont se rattacher à celles du même niveau du département du Gard.

La présence bien constatée des empreintes végétales à trois niveaux différents nous conduit naturellement à nous demander si elles ont été produites par une même plante.

Un observateur habile et autorisé, M. Ébray, a rencontré, à diverses reprises, les empreintes du troisième niveau et les a parfaitement mises à leur véritable place. Il les considère comme différentes de celles du deuxième niveau. Les empreintes du lias supérieur du bassin du nord-ouest de la Provence sont-elles aussi différentes de celles des deux autres niveaux?

A cela, je répondrai que M. Dumortier, malgré l'étude qu'il avait faite de ces empreintes, n'a pas distingué celle de Valcros (troisième niveau) de celle du Lyonnais (deuxième niveau), et, ensuite, que des échantillons que j'ai pris moi-même dans les carrières de Couzon et de Saint-Quentin, dans les deux niveaux principaux de Digne, dans différents points de l'Ardèche depuis la Voulte jusqu'à Joyeuse, aux environs de Toulon, etc., m'ont toujours montré la même disposition générale.

Il peut se faire qu'on trouve des différences ; il est même très-possible que ces plantes n'appartiennent pas aux *Chondrites*, mais, au point de vue de l'utilité de ces empreintes,

comme point de repère en géologie, une détermination exacte n'aurait de valeur que si les espèces différentes, en admettant qu'elles existent, accusaient des zones spéciales. C'est dans tous les cas un sujet très-digne d'étude et sur lequel nous appelons l'attention de ceux de nos savants confrères qui s'occupent plus particulièrement de ces délicates questions de botanique fossile. Nous mettrons bien volontiers à leur disposition tous les échantillons qui nous paraîtront de nature à pouvoir les conduire à une solution précise.

En attendant, et quand même il n'y aurait pas lieu d'opérer definitivement la séparation dont nous venons de parler, il est évident que ces empreintes n'en peuvent pas moins rendre de grands services à la géologie, s'il vient à être établi d'une manière générale ou tout au moins pour des régions considérables, que leur présence annonce toujours avec certitude le lias supérieur ou l'oolithe inférieure; c'est ce qui paraît avoir lieu dès aujourd'hui pour la Bourgogne, le Lyonnais, le Languedoc, au moins en partie, et toute la Provence. J'ai en outre tout lieu de croire que les mêmes faits se reproduisent en Italie. C'est ce dont je vais m'assurer au printemps prochain.

Ces empreintes existent-elles dans les Alpes?

J'ai exploré les Alpes sur le versant français depuis Saint-Bonnet au nord de Gap jusqu'à la Durance, de la Durance à Digne, et de là jusqu'à la Méditerranée.

Dans la première et la presque totalité de la deuxième partie de cette région, les marnes et les calcaires marneux ressemblent absolument à ceux des marnes de Digne, et cependant ils ne m'ont pas montré la moindre trace des empreintes dont nous nous occupons.

Dans différentes coupes je suis parti des schistes à Bélemnites que M. Lory et les géologues des Alpes considèrent comme appartenant au lias ; j'ai exploré en particulier les environs de Notre-Dame de Lans, au sud-est de Gap, où ces schistes sont très-puissants, et j'ai suivi en marchant vers Gap toutes les assises qui se succèdent assez régulièrement ; j'ai remonté la Durance depuis Tallard jusqu'à Embrun; enfin j'ai, à plusieurs reprises, parcouru cette grande chaîne qui sépare la vallée de Barcelonnette et celle de Seyne ; partout les résultats ont été négatifs. Il a toujours fallu me rapprocher notablement de la ligne que j'ai indiquée précédemment, et qui passe par Digne, pour retrouver ces empreintes.

Manquent-elles réellement dans les Alpes au nord de Digne, ou ont-elles échappé à mes recherches?

Voilà ce qui serait d'autant plus intéressant à constater que, d'après les travaux de M. Lory, comme on le sait, le système oolithique inférieur ferait défaut dans les Alpes du Dauphiné. Et comme, d'après ce que l'on a vu plus haut, le deuxième et le troisième niveau de ces empreintes se trouvent précisément dans l'oolithe inférieure, leur recherche dans les Alpes nous paraît aujourd'hui mériter un intérêt tout spécial.

Calcaire à Entroques. — Cet horizon a été signalé en Provence par trois observateurs, M. Dumortier (1), M. Coquand (2) et M. Ébray (3).

Le premier de ces savants le cite sans faire à ce sujet la moindre observation et comme si c'était une chose entendue, que le calcaire à Entroques existe partout ou du moins constitue une division normale dans la série des étages jurassiques. M. Coquand et M. Ébray signalent le fait comme ayant une certaine importance.

Pour admettre en Provence l'existence du calcaire à Entroques, les deux premiers géologues ont été, en partie, guidés par les caractères minéralogiques de la roche et, en partie, par des considérations paléontologiques ne se rattachant pas toutefois directement à la division considérée. M. Ébray, au contraire, appuie son opinion sur la présence dans ces calcaires de fossiles qu'il considère comme spéciaux à cet horizon.

Tout le monde sait qu'on désigne sous le nom de calcaires à Entroques dans la Bourgogne, la Franche-Comté, le Mont-d'Or lyonnais, etc., des bancs calcaires assez puissants, siliceux, montrant souvent des rognons de silex et comprenant un certain nombre de couches pétries d'articles d'Encrine.

Dans le Mont-d'Or lyonnais, où ces calcaires sont très-anciens et très-développés, ils constituent les assises profondes de l'oolithe inférieure, sans cependant être en contact avec le lias supérieur. On trouve, en effet, entre les deux, quelques bancs gris, minces, très-durs, siliceux et montrant en abondance des empreintes de *Chondrites scoparius*, Thiollière.

A la partie supérieure le calcaire à Entroques est recouvert, dans le Lyonnais, par une mince assise ferrugineuse, mais qui

(1) *Bull.*, t. XIX, p. 840.
(2) *Bull.*, t. XX, p. 554.
(3) *Bull.*, t. XXI, p. 208.

ailleurs, comme l'a montré M. Ébray (1), prend une notable extension et correspond à l'oolithe ferrugineuse de Bayeux, dont elle renferme du reste les fossiles les plus caractéristiques et, entre autres, l'*Ammonites Humphriesianus*, que l'on retrouve partout à ce niveau.

La même disposition se reproduit en Bourgogne.

Au point de vue paléontologique, les géologues du Lyonnais et de la Bourgogne font commencer le calcaire à Entroques avec l'apparition du *Pecten personatus* et le terminent *au-dessous* des premières assises à *A. Humphriesianus*.

Nous avons en Provence cette dernière zone parfaitement développée. En est-il de même de la première?

C'est ce qui semble évident, si on ne considère que les fossiles en eux-mêmes.

En effet, le *Pecten personatus* a été signalé par M. Dumortier comme très-abondant dans le Var. Mais, si la détermination de ce savant est exacte, ce fossile n'aura plus de valeur comme horizon précis, ou bien il faudra singulièrement modifier la puissance du lias supérieur tel que l'ont compris les géologues qui se sont particulièrement occupés de la Provence (MM. Coquand, Hébert, Jaubert, etc.).

Ce fossile, en effet, se montre ici en véritables bancs, le plus souvent bivalve et d'une conservation parfaite; mais sa station la plus importante comme taille et comme nombre (celle qu'a rencontrée M. Dumortier) est à quatre ou cinq mètres au-dessus de la zone à *Ammonites bifrons* et précisément au niveau de l'*A. serpentinus*. Or, entre ce dernier niveau et la *base* de la zone à *Lima heteromorpha*, il existe des assises dont la puissance dépasse *quarante mètres* dans certains cas, formées de calcaires extrêmement durs, remplis de silex, et que la plupart des géologues ont rangés dans le lias supérieur.

Je serai très-prochainement en mesure de fournir à la Société une étude complète et concluante sur ces calcaires. Notons seulement ici la position *principale* du *Pecten personatus;* elle nous suffira pour le travail actuel.

M. Dumortier, ayant rencontré dans le Var une coquille qu'il crut pouvoir rapporter au *Pecten personatus*, lui attribue la signification qu'elle avait toujours eue jusque-là; il la place à la base du calcaire à Entroques.

---

(1) *Bull.*, t. XVI, p. 1062.

Entraîné par l'analogie avec ce qu'on connaissait jusque-là, se trouvant en présence de terrains très-tourmentés, M. Dumortier a interverti l'ordre des étages.

Après avoir décrit le gisement de *Chondrites scoparius*, très-développé entre Valcros et Belgentier, M. Dumortier s'exprime ainsi :

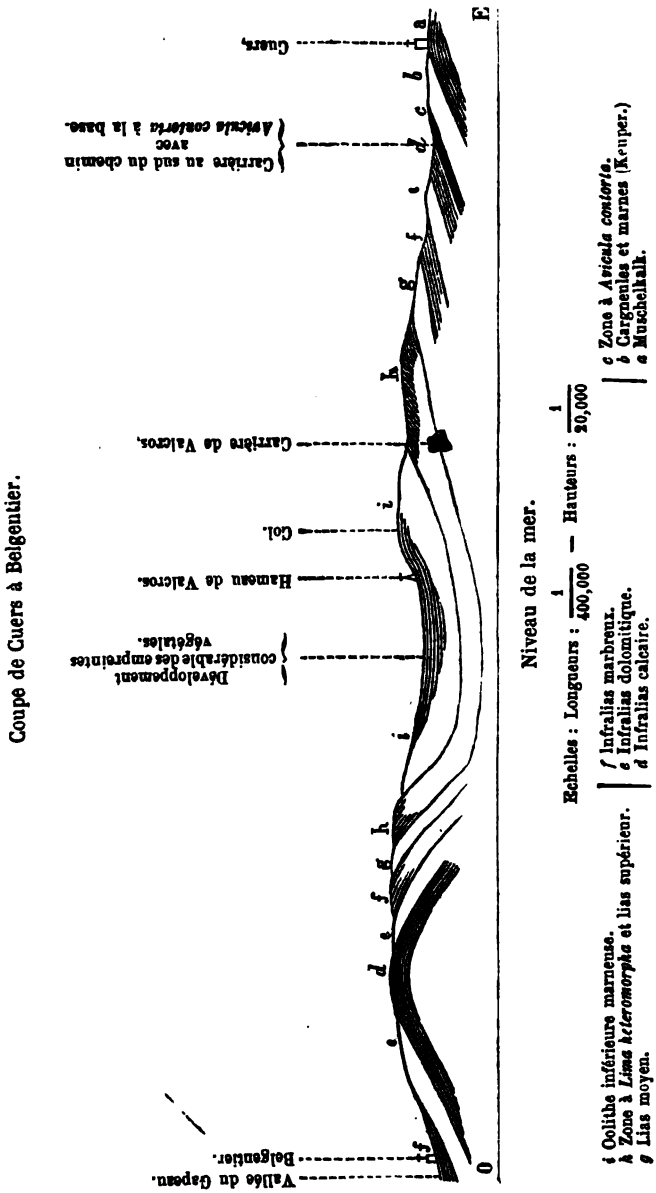
« On trouve là en pleine exploitation une carrière dans les « couches inférieures du calcaire à Entroques. Les bancs d'en « bas descendent jusqu'au calcaire à *Chondrites scoparius* dont « on rencontre des empreintes, suivant le rapport des carriers; « il est remarquable cependant que la couche à Fucoïdes doit « avoir une très-faible épaisseur sur ce point, car les couches « du lias supérieur y sont elles-mêmes entamées par l'exploi- « tation, et j'ai ramassé dans les parties profondes les fossiles « caractéristiques de cet étage, *Ammonites serpentinus*, *A. mu-* « *cronatus*, *A. radians* (1). »

La carrière est en effet ouverte dans le lias supérieur et les fossiles de cet étage cités par M. Dumortier s'y trouvent parfaitement avec plusieurs autres appartenant au même niveau. Mais, ainsi que nous l'avons établi plus haut, *le niveau à Pecten personatus* de M. Dumortier et qui, pour lui, masque la base du calcaire à Entroques, correspond exactement à celui de l'*Ammonites serpentinus*. Au-dessus de ces bancs viennent des assises puissantes de calcaires à silex, puis la zone à *Lima heteromorpha* avec tous ses fossiles ordinaires. Enfin, au-dessus de ce niveau se développent les puissantes assises marneuses de l'oolithe inférieure, la station par excellence de ces empreintes dans le sud-est de la Provence, comme le montre la coupe que M. Dumortier a rencontrée à l'ouest de Valcros.

Je n'ai jamais aperçu d'empreintes dans la carrière de Valcros, qui d'ailleurs descend jusque dans le lias moyen; mais il pourrait très-bien se faire qu'elle en renfermât, puisque c'est ainsi que les choses se passent dans le bassin du nord-ouest. Peu importe du reste; ce qui demeure parfaitement établi, c'est que les calcaires à empreintes de Valcros et tous ceux qui se montrent avec quelque abondance dans le bassin du sud-est sont *supérieurs* et non *inférieurs* au puissant système compris entre le *Pecten personatus* (de M. Dumortier) et la zone à *Lima heteromorpha*.

---

(1) *Bull.*, t. XIX.



La fin de la citation que nous avons empruntée à M. Dumor-

tier et la suite de la citation dans la note originale montrent qu'il n'a manqué au savant géologue qu'un peu plus de temps pour voir exactement les choses; mais aussi la rectification précédente fait disparaître les principales raisons sur lesquelles s'appuyait M. Dumortier pour admettre dans le Var l'existence du calcaire à Entroques.

Après M. Dumortier, M. Coquand a signalé ce même horizon dans le département du Var.

« Le mémoire de M. Hébert sur les terrains jurassiques de « cette contrée (Provence) a prouvé d'un autre côté que, dans « la coupe de Solliès-Toucas à la Chapelle-Saint-Hubert, le « lias supérieur à *Ammonites primordialis* est surmonté de cal- « caires marneux contenant *A. Humphriesianus*, *Sowerbyi*, la « *Myoconcha crassa*, qui leur assigne le rang de l'oolithe infé- « rieure.

« *Seulement, une particularité qui semble avoir échappé à M. Hé- « bert consiste en la présence, immédiatement* AU-DESSUS *de cet « horizon, de quelques assises de calcaires d'une couleur rougeâtre « très-prononcée, entièrement pétries d'articles d'Encrines et repré- « sentant, à ne pas en douter, et par leur position et par leurs fossiles, « le fameux calcaire à Entroques de la Franche-Comté et de la « Bourgogne*, lequel est placé, comme on le sait, entre les ar- « giles à *Ostrea acuminata* et les bancs à *Terebratula perovalis* « et *Belemnites giganteus* (1). »

Sans doute, le calcaire à Entroques se trouve placé dans l'intervalle compris entre les deux niveaux paléontologiques cités plus haut; *mais il n'occupe pas cet intervalle tout entier*. Pour ne parler que de la limite supérieure, la seule qui nous importe ici, je rappellerai, comme nous l'avons vu plus haut, que le calcaire à Entroques dans les lieux types *finit* au moment où apparaissent les premiers dépôts renfermant l'*Ammonites Humphriesianus*. Or, comme d'après la citation même de M. Coquand, le calcaire à Entroques du Var serait *supérieur* et non *inférieur* à cette zone, il en résulte déjà qu'il n'est pas sur le même horizon paléontologique que le calcaire à Entroques de la Bourgogne et du Lyonnais. Je montrerai en outre que les fossiles de ce niveau ne sont pas ceux du calcaire à Entroques.

Quant à l'opinion de M. Ébray, un examen ne peut être convenablement fait que dans une prochaine note, qui sera consa-

(1) *Bull.*, t. XX.

crée à l'étude du système compris entre la base du lias supérieur et le commencement de la zone à *Lima heteromorpha*.

Nous aurons aussi à nous occuper alors de la valeur des rapprochements établis par M. Deslongchamps entre la *malière* de Normandie et le calcaire à Entroques de la Bourgogne et de la Franche-Comté.

RÉSUMÉ.

1° La Provence, dans son état actuel, est divisée en deux bassins très-naturels, celui de la Durance au nord et au nord-ouest, celui de la Méditerranée au sud-est.

2° Dans chacun d'eux la formation jurassique montre pour chaque étage des différences considérables; c'est ce qui a été, en particulier, établi dans ce travail pour le lias supérieur et l'oolithe inférieure.

3° La plus importante de ces différences dans les deux étages étudiés est le développement considérable de la division appelée *malière* en Normandie (zone à *Lima heteromorpha*), dans le bassin du sud-est, et l'absence de ce niveau si remarquable dans le bassin du nord-est.

4° Les empreintes végétales dont l'une avait été rapportée par Thiollière au *Chondrites scoparius* existent au moins à trois niveaux :

Troisième : dans la zone à *Ammonites Humphriesianus*, *au-dessus* du calcaire à Entroques.

Deuxième : à la *base* du calcaire à Entroques.

Premier : dans la partie moyenne du lias supérieur.

Ces empreintes ne peuvent donc pas servir à marquer un horizon précis.

5° Dans la Bourgogne, le Mâconnais et le Lyonnais, les empreintes végétales se rencontrent au deuxième niveau (1).

6° Ces empreintes, très-répandues dans le Languedoc, se montrent surtout au troisième niveau.

7° En Provence, où elles prennent un développement énorme dans le bassin du nord-ouest, elles se trouvent exclusivement au premier et au troisième niveau.

---

(1) Au moment d'envoyer cette note, je reçois de notre savant confrère, M. de Ferry, une lettre pleine de renseignements précieux qui trouveront leur place dans ma prochaine note. Cette lettre me signale, en particulier, un résultat très-intéressant, *c'est la présence, dans le Mâconnais, d'un niveau à Fucoïdes au milieu du calcaire à Entroques.*

Dans le bassin du sud-est elles commencent dans la zone à *Lima heteromorpha*, et même un peu plus bas, pour acquérir leur plus grand développement au niveau de l'*Ammonites Humphriesianus* et se continuer bien au delà.

8° Malgré l'abondance de ces empreintes depuis la Méditerranée jusqu'à Digne, je n'en ai plus vu de traces entre Digne et Saint-Bonnet au nord de Gap.

9° Bien que ces empreintes se rencontrent à plusieurs niveaux, elles peuvent encore rendre de grands services à la géologie, s'il vient à être démontré qu'elles sont toujours cantonnées dans le lias supérieur et l'oolithe inférieure.

10° Le calcaire à Entroques a été signalé dans le Var par M. Dumortier et par M. Coquand. Ces géologues appliquent dans les mêmes lieux cette dénomination à des assises essentiellement différentes; c'est ce que la stratigraphie seule permet de démontrer d'une façon incontestable; ensuite, en ce qui concerne particulièrement M. Coquand, nous avons vu que les indications fournies par la paléontologie nous conduisaient à rejeter complétement, sur ce point, l'opinion du savant géologue.

Le Secrétaire présente les deux communications suivantes de M. Coquand.

Sur les gisements asphaltiques des environs de Raguza, dans la province du val di Noto (Sicile); par M. H. Coquand.

Le développement extraordinaire qu'a pris, pendant ces dernières années, l'industrie pétrolifère, a eu pour résultat de susciter au monopole presque général exercé par les Américains, grâce à leurs produits de la Pensylvanie, une concurrence salutaire, qui, dans un cas donné, n'exposât pas l'Europe à subir les lois d'un centre unique de production. C'est à cet esprit d'indépendance et d'affranchissement commercial que sont dues les recherches actives d'huiles minérales, dont quelques-unes ont été couronnées de succès, ainsi que des arrivages à Marseille de pétroles provenant de la Valachie, de Kertsch et de quelques autres points situés sur les bords de la mer Noire. Ces produits, d'origine européenne, quoique moins abondants et moins riches en huiles éclairantes que ceux de l'Amérique u Nord, ont pu s'imposer à la consommation tant que les pé-

troles de l'autre côté de l'Atlantique ont conservé un prix relativement élevé. Avouons toutefois que les gisements de la Valachie ont à lutter contre des difficultés inhérentes à tout pays dépourvu de voies de communication, ainsi qu'à l'état de civilisation peu avancé des populations chez lesquelles ont été entreprises ces exploitations, difficultés, en définitive, qui pèsent lourdement sur les prix de revient.

En effet, les huiles, pour aboutir aux ports d'embarquement, Braïla ou Galatz, ont à franchir des steppes sans routes dont le parcours, praticable pendant la belle saison seulement, exige six jours de voyage au moins. Le Danube, gelé pendant quatre mois de l'année, se refuse, dans la saison d'hiver, à tout transport de marchandises; de plus, l'expéditeur est exposé aux exigences des paysans, qui, suivant leur convenance personnelle ou les soins que réclament les intérêts de leurs récoltes, se décident à mettre leurs personnes et leurs bœufs à sa disposition, ou refusent net tout service.

Naturellement les prix de revient se ressentent de tous ces embarras auxquels il est impossible de se soustraire, et les transactions se trouvent fatalement soumises à des fluctuations de prix qui laissent souvent le spéculateur désarmé en présence des arrivages d'Amérique. Pour faire face à ces dangers, il conviendrait donc de trouver dans de bonnes conditions d'exploitation, de transport et d'abondance, les matières premières, qui permissent de s'affranchir des huiles de Valachie et d'Amérique, quelle que fût l'infériorité de prix à laquelle ces dernières pussent descendre.

C'est dans ce but très-louable et digne de réussir que des efforts ont été tentés dans les Abruzzes et sur d'autres points de l'Apennin, pour y rechercher des sources de pétrole; mais il est malheureusement reconnu que tous les terrains ne sont point pétrolifères, et que ceux mêmes dans lesquels se manifeste la présence de l'huile minérale ne sont pas toujours assez féconds pour qu'on puisse espérer de leur exploitation un résultat rémunérateur. De plus, les sources, et cela fatalement, sont assujetties à des appauvrissements successifs, à mesure qu'on en retire les produits, et ne tardent pas à tarir complétement dans l'intervalle de quelques années.

Cette circonstance dans le chiffre de la production crée un obstacle sérieux. En effet, asseoir les bases d'une vaste entreprise et d'une usine pour l'épuration des produits, et cela en vue d'un fonctionnement normal et permanent, c'est vouloir

s'exposer, de parti pris, à de cruels mécomptes ; car, en suivant cette voie, on transforme gratuitement en éléments immuables des éléments essentiellement variables de leur nature. Dans l'impossibilité où l'on se trouve placé de réglementer, *à priori*, le débit des puits pendant une période de temps déterminée, ou, en d'autres termes, de cuber les quantités de liquide emprisonnées dans la terre et sur lesquelles on a basé ses calculs, on conçoit que, dans des conditions pareilles, l'exploitation par puits puisse devenir une opération hasardeuse et aléatoire, comme l'expérience se charge de le démontrer tous les jours en Amérique et en Valachie. L'aveuglement que le succès donne à quelques puisatiers plus heureux que leurs voisins laissant ordinairement dans l'obscurité les mécomptes ou la ruine du plus grand nombre, les recherches se continuent avec leurs bonnes ou mauvaises chances.

Ces considérations tiennent à l'économie pratique du sujet que nous traitons ici; mais elles perdraient leur caractère menaçant, si on renversait les pôles de la proposition, et si l'exploitation du pétrole, au lieu de s'alimenter à l'aide de sources d'une abondance problématique et dans tous les cas capricieuses dans leur débit, s'attaquait à des substances solides qui permissent de retirer de la pierre une huile éclairante, de même qualité que le pétrole, exactement comme on retire par la distillation des schistes bitumineux une huile minérale que l'introduction de celle-ci a détrônée et fait descendre au deuxième rang.

Ce résultat est-il possible et réalisable?

Telle est la question posée, et sa solution dépend à la fois de l'existence de ce pétrole à l'*état solide*, qu'on nous passe cette figure hardie, de son abondance et de la facilité de son exploitation et de son transport.

On connaît l'asphalte avec lequel on prépare le mastic destiné au dallage des rues et des trottoirs; on sait que cette substance imprègne, dans des proportions variables, des roches calcaires et des grès dont on la débarrasse au moyen d'une distillation grossière. Or, cet asphalte n'est autre chose que du pétrole qui, apporté d'abord du sein de la terre par des sources spéciales, a ensuite injecté les interstices des roches poreuses, au moment même de leur formation, s'est incorporé à leur substance, en conservant la totalité du bitume qu'il renfermait et en laissant échapper, par évaporation naturelle, une partie plus ou moins considérable de ses principes

volatils ou essentiels. On comprend de suite que si certaines roches asphaltiques ont conservé une richesse en pétrole suffisante pour qu'il devienne possible d'en opérer avec bénéfice la distillation, comme les produits qu'on en retirera ne seront autre chose que des huiles mêmes de pétrole, il sera indifférent de réclamer ce bénéfice aux sources d'Amérique ou bien aux roches asphaltiques. Il y a plus, dans l'hypothèse que nous posons, ces dernières offriraient un résultat plus certain, puisque l'on connaîtrait d'avance les quantités sur lesquelles on aurait à opérer et, d'après cette donnée, il serait facile d'être fixé sur la durée de l'exploitation et ses conditions d'existence.

Nous pensons que les gisements que nous avons eu l'occasion d'étudier en Sicile sont susceptibles de réaliser les conditions du problème énoncé ci-dessus, et que, dans tous les cas, il ne sera pas sans intérêt de connaître les circonstances géologiques qui se rattachent à leur histoire.

Quand, après être sorti de la ville de Raguza, dans la province du val di Noto, on prend la route qui conduit au port delle Mazzarelle, on pénètre, après une distance parcourue de 2 à 3,000 mètres, sur un plateau frangé, vers la gauche de l'observateur, par de profonds ravins que dominent des escarpements taillés à pic. Ce plateau est désigné dans le pays sous le nom de Rinazza ou de *Contrada à pece*. Ce dernier nom indique déjà la nature du produit qu'on y rencontre, et qui consiste en une pierre de poix, véritable roche asphaltique, que l'on exploite à ciel ouvert ou en cavage, non point pour en retirer de l'asphalte, ainsi qu'il serait naturel de le supposer, mais bien pour en obtenir de grands blocs que l'on débite ensuite et que l'on utilise comme dalles, chambranles de cheminées, montants de portes et de fenêtres, marches d'escaliers, ou soubassements de balcons. La propriété précieuse que possède la pierre de se laisser tailler et scier et de recevoir des moulures et des sculptures, à la manière de certaines pierres tendres, concourt à lui assurer un débouché assez important non-seulement à Raguza, mais encore à Modica, Noto, Syracuse et dans les villes voisines.

Mais cette industrie, quelque intéressante qu'elle puisse être au point de vue architectural, n'enrichit ni le propriétaire ni les ouvriers, et force de laisser sur les haldes une quantité si considérable de débris inutiles que les alentours des carrières en sont littéralement obstrués, et que, pour l'avancement des

travaux, on se trouve en présence d'un déblai formidable, dont il faut opérer le déplacement à grands frais, avant de pouvoir pénétrer dans le vif de la roche. Ces embarras, qui sont déjà assez lourds dans les exploitations à ciel ouvert, sont bien autrement gênants et dispendieux, lorsqu'il s'agit de pratiquer des excavations souterraines. La nécessité dans laquelle on se trouve de respecter les troncs d'abatage susceptibles de fournir de la pierre marchande ne permet pas l'emploi de la poudre, et dans ces conditions l'extraction des grosses pièces devient une opération assez coûteuse. De plus, on a observé qu'à une certaine profondeur la roche asphaltique est chargée d'une quantité notable d'asphalte qui suinte d'elle-même à travers ses pores. Dans ce cas elle devient trop tendre, ne se laisse plus mordre par les dents de la scie qu'elle empâte, et acquiert, quand elle est débitée en plaques minces, une flexibilité qui la rend impropre aux usages auxquels on la destine. On est alors obligé de faire *suer* les dalles, c'est-à-dire de leur enlever, à l'aide du feu, la portion de bitume qu'elles retiennent en excès ; et, pour cette opération, on transforme en combustible les couches les plus riches en asphalte, et, grâce à ces foyers improvisés, dont la nature fait tous les frais, on effectue en plein air la distillation incomplète des blocs que l'on destine aux constructions. Ces mêmes couches servent aux préparations culinaires des ouvriers et aux feux de bivouac par lesquels on combat la température des jours trop rigoureux. Ces divers usages rappellent le gîte bitumineux du Nebi-Musa, sur les bords de la mer Morte (1), qui sert à entretenir les feux des Arabes du voisinage, à fabriquer les emblèmes de piété que l'on vend aux pèlerins sous le nom de *pierre de la mer Morte* et que l'on utilise également pour le dallage des cours.

Ces détails sont nécessaires pour faire ressortir en premier lieu l'importance du gîte et ensuite pour expliquer la grande quantité de déblais accumulés sur les chantiers, déblais qu'on trouvera plus tard sous la main et sans frais, et qui n'attendent plus que les opérations du raffinage.

La roche asphaltique appartient à la formation marine désignée sous le nom de miocène ou de tertiaire moyen, et elle est subordonnée à la mollasse avec *Clypeaster altus*, qui, depuis Syracuse jusque bien au delà de Raguza, constitue les mon-

(1) Louis Lartet, *Gîtes bitumineux de la Judée*. (*Bull.*, t. XXIV, p. 22 et suiv.

tagnes qui bordent le littoral. Cette subordination est nettement dévoilée par l'observation directe et par la manière dont le gîte est enclavé au milieu de la mollasse même.

La mollasse, dans son état normal, est une roche jaune à grains fins et miroitants, presque entièrement composée de débris de coquilles. La roche d'asphalte, d'un brun chocolat dans la cassure fraîche, présente une foule de points brillants très-rapprochés, réfléchissant la lumière, et identiques avec les grains miroitants de la roche normale; mais, dans les parties exposées à l'air, elle devient bleuâtre et ne ressemble pas mal alors à certains bancs du calcaire à Gryphées arquées. Elle contient des coquilles marines dont la plus abondante est une grosse *Siliquaria* à tubes contournés. Elle brûle avec facilité en répandant beaucoup de fumée et l'odeur de pétrole, et en laissant pour résidu une carcasse spongieuse de chaux caustique. Elle fait une vive effervescence dans les acides et abandonne un bitume brun dont la proportion varie suivant que l'échantillon choisi est plus ou moins riche en bitume. Elle m'a donné à l'analyse les résultats suivants :

Bitume et matières volatiles.....	41 00	100
Carbonate de chaux.....	57 50	
Matière insoluble.....	1 50	

La quantité de bitume va en diminuant à mesure qu'on se rapproche des limites des portions imprégnées, et la mollasse pure est composée de :

Carbonate de chaux.....	98	100
Matière insoluble.....	2	

La moyenne d'huile lampante que la roche asphaltique fournit à la distillation est de 11 pour 100 environ.

Dans les cavages qui existent au-dessous de la ferme Léporino, les fissures qui traversent la roche de poix sont remplies d'un bitume noir, qui suinte d'abord à l'état visqueux, mais qui ne tarde pas à se durcir, à devenir fragile et à passer à l'état de véritable bitume de Judée. Sur quelques points, les plafonds des carrières sont hérissés de stalactites de ce même bitume ressemblant à des bâtons de réglisse. Un échantillon que je conserve dans ma collection distille constamment du pis-asphalte qui tend à la couvrir d'une enveloppe extérieure continue. Dans la grande carrière, qui présente un front d'abatage

de près de 20 mètres, il n'est pas rare de rencontrer des îlots ou des nerfs de mollasse pure, par conséquent stériles, qui ont été soustraits à l'imprégnation, de même que fréquemment il existe dans cette mollasse des portions complétement isolées et dans lesquelles l'asphalte se trouve logée sous forme de petits dépôts fermés, indépendants les uns des autres et ne communiquant jamais entre eux, circonstance qui dévoile clairement la contemporanéité de l'asphalte et de la mollasse marine. Ne voit-on pas dans la roche bitumineuse de Raguza l'équivalent du calcaire bitumineux du Nebi-Musa (1) qui contient 23 pour 100 de bitume? Hitchcock ne s'était point mépris sur son origine et sur la contemporanéité du calcaire et du bitume. Il ne pouvait comprendre que la formation de cette roche se fût effectuée autrement que par un *dépôt opéré au fond d'une masse d'eau riche en calcaire et en bitume liquide.*

Il est évident qu'à l'époque où les sédiments se déposaient au fond de la mer miocène des sources de pétrole jaillissaient sur des points particuliers et imprégnaient la roche sur une étendue qui était en rapport avec la fécondité de ces sources elles-mêmes. Aussi est-ce sous forme d'ellipses plus ou moins régulières que se montrent les sections faites par un plan coupant perpendiculairement le gîte dans son plus grand axe. Le centre représentera la plus grande force de production, et les ordonnées à partir de ce point central iront successivement en diminuant et tomberont à zéro, lorsqu'elles rencontreront les dernières limites atteintes par l'imprégnation.

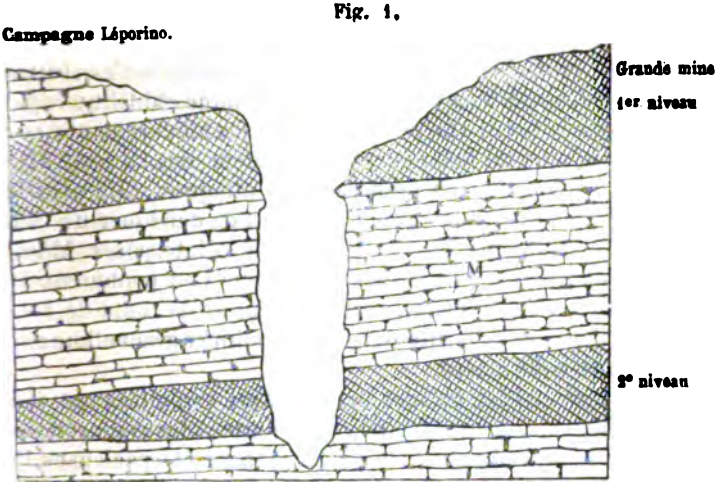
La roche de poix, pour me servir de l'expression du pays, occupe deux niveaux distincts, ainsi qu'on peut s'en assurer dans le vallon fermé que domine la campagne Léporino et qui montre (*fig.* 1) dans les escarpements taillés à pic la succession des bancs dont le plateau est constitué. Le niveau inférieur, qui a été exploité jusqu'à une certaine profondeur au moyen d'un cavage avec piliers de soutènement, a une puissance de cinq mètres avec quelques nerfs de calcaire interposés.

A mesure que, des points où l'on constate l'épaisseur maximum de cinq mètres et qui correspondent à la partie centrale du gîte, on suit les bancs en direction vers l'est, c'est-à-dire quand on tend à sortir de l'ellipse dont nous avons parlé, on voit cette épaisseur diminuer graduellement, et, après un par-

(1) Louis Lartet, *Loc. cit.*, p. 23.

cours de 5 à 600 mètres, elle se trouve réduite à néant, le toit et le mur se rapprochant et finissant par se confondre, ainsi que l'indique la figure 2.

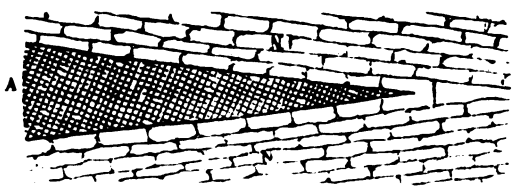
Fig. 1.



M Mollasse.

Une expérience analogue faite du côté opposé du ravin, sous la maison Léporino, a conduit à un semblable résultat, avec

Fig. 2.



N Mollasse. — A Asphalte.

cette différence cependant, que la diminution se manifeste d'une manière plus rapide; car l'asphalte cesse de se montrer après une distance de 300 mètres; d'où la preuve qu'on a sous les yeux un véritable amas. Il serait donc sans doute intéressant de pouvoir constater jusqu'à quel point l'amas pénètre dans les eaux de la montagne; mais, à cet égard, les données exactes

font défaut; car les seuls renseignement qu'on puisse obtenir sont fournis par les excavations existantes, et leur profondeur ne dépasse pas une trentaine de mètres.

Le niveau supérieur est séparé du premier par 25 mètres environ de calcaire pur, et il a l'avantage de n'être point recouvert, circonstance qui permet de l'attaquer à ciel ouvert et de pouvoir multiplier à sa convenance les chantiers d'exploitation. Il est désigné sous le nom de grande mine et incline légèrement vers le nord. On peut en suivre les affleurements sur un rayon de plus de 600 mètres. La hauteur des tailles varie suivant les points où sont pratiquées les attaques. Elle oscille entre 5 et 20 mètres, desquels il convient de défalquer de 2 à 3 mètres occupés par des nerfs de calcaire interposés. Mais, à mesure que l'on se dirige vers l'est et que l'on contourne le monticule d'où l'œil découvre le pont neuf de la route de Raguza à Modica, on voit cette puissance diminuer graduellement et se réduire enfin à zéro.

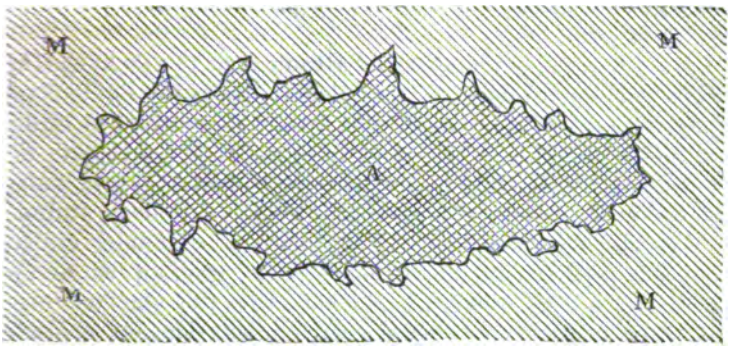
L'ouverture et l'importance des carrières exploitées ont été subordonnées aux accidents, ou, pour parler plus rigoureusement, aux allures du gîte; elles sont grandes et spacieuses là où la puissance des bancs asphaltifères est considérable; plus loin, et sur la limite des centres fécondés, elles se réduisent à de simples fouilles. Là, on se heurte fatalement contre des couches de calcaire blanc au milieu desquelles l'asphalte ne constitue plus que des bandes irrégulières et fermées. On conçoit que, vers ces points appauvris, l'exploitation ne se soit pas aventurée bien avant, parce que les ouvriers éclairés par l'expérience savent que le gîte manque de continuité.

Quoi qu'il en soit, il est facile de s'assurer que la roche asphaltique de Raguza s'étale, au milieu de la mollasse miocène, sous la forme d'amas puissants ellipsoïdaux, desquels se détachent des ramifications frangées. Le croquis représenté par la figure 3 traduit exactement cette disposition laciniée.

Il n'existe dans les environs de Raguza aucune roche volcanique ni aucune source thermale à l'intervention desquelles on puisse être tenté de rapporter l'origine du pétrole qui a asphaltisé certains points de la mollasse. Il serait plus téméraire encore d'admettre que le pétrole ait pu pénétrer dans des calcaires solides postérieurement à leur dépôt. Cette hypothèse est d'ailleurs complétement renversée par le seul fait de l'existence de portions de mollasse imprégnées d'asphalte complétement isolée au milieu de la mollasse normale et ne communi-

quant avec la masse asphaltique par aucun conduit ni aucune fissure.

Fig. 3.



M Mollasse. — A Asphalte.

Il ne nous reste plus, pour compléter notre travail, qu'à évaluer en mètres cubes la richesse réelle des gisements de Raguza.

La grande mine ou le niveau supérieur, d'après nos calculs, équivaut à un carré qui mesure 900 mètres sur 500, ce qui donne une superficie de 450,000 mètres. En évaluant la hauteur de la pierre bitumineuse à 10 mètres en moyenne, on obtient un cube de 4,500,000 mètres. Le poids spécifique de la roche étant de 1,80, il résulte de ces divers éléments que la partie exploitable équivaut à huit billions et un million de kilogrammes. Le niveau inférieur n'ayant qu'une hauteur de 5 mètres n'interviendra que pour une quantité de quatre billions et cinq cent mille kilogrammes, soit en tout 12,100,500,000 kilogrammes. En admettant le nombre 11 comme représentant la teneur moyenne de la roche en pétrole, on voit qu'elle pourrait suffire à une production d'environ un billion et quatre-vingt-onze millions de kilogrammes d'huile minérale.

Dans nos études sur les gîtes de pétrole de la Valachie et de la Moldavie (1), nous avons vu le pétrole se maintenir à l'état liquide lorsqu'il se trouvait emprisonné dans des argiles qui interceptaient toute communication avec l'air extérieur et s'opposaient ainsi, d'une manière plus ou moins complète, au

(1) Coquand, *Bull.*, 1867, t. XXIV.

dégagement de ses principes volatils. Nous avons pu constater que ce même pétrole, amené au jour par les phénomènes des salses, perdait peu à peu de sa liquidité première par suite du dégagement spontané de l'hydrogène proto-carboné et passait à l'état de pisasphalte.

Les gisements bitumineux de l'Albanie et de l'île de Xante (1) nous ont montré dans les pisasphaltes des bords de la Vojutza un degré d'épuisement plus avancé du pétrole, et enfin ce même pisasphalte, par la perte totale de ses éléments liquides, converti, dans le territoire de Sélénitza, en la substance solide et noire connue sous le nom de bitume de Judée.

Les gisements d'asphalte, à leur tour, ne sont autre chose que des produits de sources pétrolifères, qui, au lieu de se conserver à l'état liquide, à la manière des vins que l'on conserve en bouteilles, et comme cela se vérifie dans les terrains purement argileux, ont rencontré des roches porcuses, tels que des grès et des calcaires, qu'ils ont eu la faculté d'imbiber et avec lesquelles ils se sont même incorporés. Placé dans ces conditions, le pétrole s'est naturellement trouvé exposé à une distribution incessante qui, en lui enlevant ses aliments gazeux, lui a laissé son bitume ou son goudron. Aussi les parties maintenues encore liquides dans l'intérieur des terrains pénètrent dans les fissures à l'état de pisasphalte, ou bien pendent des plafonds des roches en stalactites, et ce pisasphalte ne tarde pas lui-même à se convertir en véritable bitume de Judée. Voilà pourquoi dans la Valachie, à côté des pétroles liquides au sein des argiles, on trouve des roches simplement asphaltiques dans les grès ou les calcaires qui les recouvrent ou qui les supportent.

Nous répéterons donc, en terminant cette note, que le pétrole, le pisasphalte, le bitume solide et les roches asphaltiques ne sont que des dérivés du naphte, et que les divers états sous lesquels ils se présentent dans la nature tiennent à une décomposition plus ou moins avancée du naphte lui-même.

---

(1) Coquand, *Bull.*, t. XXV.

Sur l'âge des gisements de sel gemme (Djebel-Mèlah), sur l'origine des ruisseaux salés (Oued-Mèlah) et des lacs salés (Chotts et Sebkha) de l'Algérie; par M. H. Coquand.

On a longuement discuté sur l'origine des sels gemmes que l'on a signalés à divers niveaux dans la série des formations sédimentaires, et dont le terrain permien, le terrain triasique et divers étages de la formation tertiaire, semblent contenir les entrepôts les plus considérables. Mon intention n'est point de passer en revue les diverses opinions qui ont été émises à ce sujet. Je me bornerai à dire que quelques géologues, de Buch en tête, rattachant sa production à des phénomènes volcaniques, l'attribuent à des sublimations directes émanant de l'intérieur du globe; et, chose étonnante, c'est aux roches de sel de Bex, ainsi qu'aux gypses anhydres qui les accompagnent et qui occupent une place si nettement déterminée dans la série normale des terrains, que l'illustre géologue prussien reconnaissait une origine semblable, sans se préoccuper comment une masse si grande de produits nouveaux aurait pu pénétrer dans un terrain déjà consolidé et qui n'avait, suivant toute vraisemblance, aucune place disponible pour loger un hôte si encombrant. D'autres, au contraire, se basant sur des alternances régulières du sel gemme avec des argiles, des gypses, des grès, des calcaires et des dolomies, le considèrent comme un produit franchement neptunien, et dont le dépôt, au moment de la limite extrême de la concentration des eaux qui le tenaient en dissolution, se serait normalement effectué dans des bassins fermés ou dans des lagunes, exactement comme on peut l'observer aujourd'hui sur les bords de la mer Caspienne, de la mer Morte et dans plusieurs lacs salés de l'Algérie et des Bouches-du-Rhône.

Ainsi que le proclame très-justement M. Fournel (1), « le « muriate de soude est répandu à profusion dans les terrains « qui constituent le sol de l'Algérie. Il suffit de jeter les yeux « sur une carte du pays pour en acquérir la preuve; on y « verra que la quantité de ruisseaux désignés par le nom « d'Oued-Mèlah est innombrable; on y verra aussi à quel

(1) Fournel, Sur les gisements de muriate de soude en Algérie. — *Annales des Mines*, t. IX, p. 541, 4e série, 1846.

« point sont multipliés ces Chott ou Sebkha, qui sont « autant de lacs ou d'étangs salés, dont l'étendue est par- « fois considérable. Ajoutons à ces eaux salées la présence « d'énormes *bancs de sel gemme* qu'on atteint à quelques mètres « au-dessous du sol, ainsi que celle de véritables montagnes de « sel qui s'élèvent à une assez grande hauteur au-dessus des « plaines, et l'on verra que je n'exagère rien en me servant du « mot profusion pour exprimer l'abondance du muriate de « soude en Algérie. »

J'ai eu l'occasion, dans mes nombreuses pérégrinations à travers nos possessions africaines, de vérifier l'exactitude des affirmations de M. Fournel et d'étudier un bon nombre de gisements nouveaux qu'aucun européen n'aurait pu aborder à l'époque où le savant ingénieur parcourait la chaîne de l'Atlas. Depuis, MM. Dubocq et Ville ont ajouté beaucoup à ce qui était connu sur les gisements salifères; mais comme, parmi les géologues qui ont fourni leur contingent d'observations, il existe une divergence complète de vues, tant sur l'âge que sur l'origine du sel gemme, il me semble que le moment est venu de fixer la question à l'aide de documents plus précis, et je pense avoir en ma possession un assez grand nombre de ces documents pour établir : 1° que dans tout le Tell, c'est-à-dire dans toute l'Algérie montagneuse, le sel gemme a une position constante et déterminée, qui est celle de l'éocène supérieur; 2° que la salure des Oued-Mèlah et des Chotts n'est que la conséquence de la dissolution de ce même sel, ou du lessivage des argiles salifères par les eaux atmosphériques; 3° que le sel gemme ne se rattache à aucun phénomène volcanique, ou à aucune intervention de sources thermo-salines; 4° enfin, que dans le désert du Sahara les gypses et argiles salifères, que les Oued-Mèlah et les Chotts n'ont rien de commun avec les gisements salifères des hauts plateaux de l'Atlas, et qu'ils appartiennent à l'époque tertiaire la plus moderne, c'est-à-dire à la période pliocène.

Le but que je me propose d'atteindre m'oblige de parler en premier lieu de mes propres observations, afin que le lecteur puisse juger d'abord du mérite qu'elles peuvent avoir, et ensuite parce que leur exposé, indispensable pour établir la position que j'assigne aux gisements de sel gemme, contient les pièces justificatives à l'appui de la thèse que je soutiens et qui diffère de celle des autres géologues qui se sont occupés du même sujet. Je veux par cette déclaration écarter tout reproche

d'inconvenance qui pourrait m'être adressé, et auquel je tiens d'autant plus à ne pas être exposé, que je reconnais que les travaux estimables de ces mêmes géologues dont je ne partage pas les idées me fourniront les meilleurs arguments pour donner à la question une portée plus générale et me confirmer dans ma manière de voir.

Dans une publication étendue qui remonte à l'année 1862 (1), et dans laquelle la description du terrain éocène occupe une large place, je décrivais, comme étant une dépendance directe de ce terrain, quatre gisements salifères et gypsifères qui représentaient un dépôt absolument analogue à celui des marnes irisées, dont ils reproduisaient tous les caractères, c'est-à-dire bancs de sel gemme, gypses, dolomies et argiles bariolées.

Le premier, superposé à la craie supérieure, constitue, un peu au-dessus du confluent de l'Oued Cherf et de l'Oued Tifech, dans la tribu des Ouled-Daoud, le Djebel-Zouabi, qui n'est autre chose qu'un ballon gypso-salifère dont j'avais eu l'occasion de parler dans un travail antérieur (2). Il est subordonné à un système fort épais d'argiles rouges que surmontent, en discordance de stratification, des grès et des poudingues avec *Ostrea crassissima*. Les argiles sont éminemment salifères, car les ruisseaux qui les traversent roulent des eaux salées qui frappent d'une stérilité complète toutes les terres qu'elles envahissent. L'indépendance du terrain gypseux par rapport à la mollasse miocène démontre que le premier ne peut appartenir qu'à la formation tertiaire et à l'étage éocène.

Le deuxième gisement salifère et gypsifère est celui du Djebel Hamimat. Lorsque de Chéria, dans les hauts plateaux des Nemenchas, on se rend à Aïn Gueber, et qu'on pénètre dans la vallée d'Oued Halaïl par le col de Téniet Ali, on aperçoit dans le lointain une ligne de montagnes hérissée d'une série de dentelures frangées et qui semble barrer la vallée dans le voisinage de la source; mais, examinées de près, ces montagnes se montrent composées de couches alternantes, de dolomies ferrugineuses, de grès et de gypses escortés de cargneules et encaissés au milieu de marnes rouges et violettes, sur la sur-

(1) Coquand, Description géologique et paléontologique de la région sud de la province de Constantine. — *Mém. de la Soc. d'émulation de la Provence*, t. II, 1862.

(2) Coquand, Description géologique de la province de Constantine. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. V, 1852, p. 113.

face desquelles on aperçoit des efflorescences de chlorure de sodium. Sulfate de chaux, dolomies, marnes et grès, toutes les roches se trouvent en couches très-bien réglées, et les dentelures bizarres par lesquelles se terminent les crêtes sont dues à la désagrégation des dolomies. Les ruisseaux qui proviennent du Djebel Hamimat sont tous salés.

La présence des grès et des marnes ainsi que de dolomies régulièrement stratifiées écarte toute idée d'origine éruptive pour le gisement que nous décrivons. On y lit de la manière la plus claire les caractères d'une sédimentation neptunienne qui s'est opérée, comme pour le keuper, dans des conditions spéciales, mais qui excluent l'intervention directe de tout phénomène volcanique. La formation gypso-salifère repose sur les calcaires à Inocérames représentant en Algérie la craie de Maëstricht, et ce n'est que dans son prolongement vers le sud qu'elle est recouverte par la mollasse miocène; on voit donc que sa position correspond exactement à celle des Zouabit.

Le troisième gisement, qui est aussi le plus intéressant, est constitué par la montagne de sel d'El-Outaïa, le fameux Djebel el Mèlah qui se dresse à l'est du caravansérail, à quatre heures de distance du Sahara, sur la route d'El-Kantr'a à Biskr'a. Cette montagne a été visitée et décrite par MM. Fournel, Dubocq, Ville et par moi. M. Fournel (1) ne fournit aucun renseignement sur l'âge du sel gemme. M. Dubocq n'est guère plus explicite. « Le sel gemme, dit cet ingénieur (2), m'a paru former au Djebel el Mèlah de grands amas lenticulaires au milieu « des marnes. En descendant le versant du Djebel Rh'arribou, « on retrouve des bancs de poudingues et de grès friables qui « recouvrent des assises de marnes gypso-salifères et qui dis- « paraissent sous un terrain de transport. A l'est de cette mon- « tagne, le Djebel Rhennech et le Djebel Brâniss continuent la « série des terrains secondaires du Djebel Essor, et montrent « par la disposition de leurs strates et par leurs pendages ré- « guliers que la formation du Djebel Rh'arribou ne peut point « être regardée comme intercalée dans ce terrain. » M. Dubocq semble incliner vers l'opinion que le sel gemme est subor-

(1) Fournel, *Richesse minérale de l'Algérie*, t. I, p. 307.

(2) Dubocq, Constitution géologique du Ziban et de l'Oued-R'ir. — *Ann. des Mines*, 5e série, t. II, p. 254.

donné aux assises à *Ostrea crassissima*. Dans tous les cas, il leur reconnaît une origine tertiaire.

J'ai consacré deux journées à l'étude du Djebel el Mèlah, afin de bien saisir les caractères originaires du terrain salifère, sous le ciment gypseux composé de débris de toute sorte et de tout volume, vrai manteau d'arlequin qui les dérobait à la vue. Je voulus constater d'abord de quelle manière s'opérait la jonction de la formation secondaire avec la formation salifère, et, en second lieu, je voulus m'assurer des rapports de celle-ci avec des grès fossilifères appartenant à l'étage miocène. Après avoir vu dans une gorge ouverte dans le Djebel Rh'arribou que les marnes santoniennes étaient surmontées par les calcaires à *Hemipneustes* et à Inocérames, je contournai les grands escarpements formés par les assises campaniennes et me trouvai sur un plan incliné vers l'est, sur lequel venait s'appuyer, en discordance de stratification, un ensemble puissant de marnes bariolées par lesquelles débute la formation salifère. On observe ensuite une première couche de sel blanc de 30 centimètres que recouvrent presque immédiatement des dolomies noirâtres, caverneuses, formées de couches très-régulières. Viennent au-dessus des marnes rouges et des amas gypseux multicolores, entremêlés d'anhydrite lamellaire. Au-dessus se développe la grande masse de sel gemme, dont l'épaisseur m'a paru dépasser 20 mètres, et que couronnent des bancs puissants de gypses avec marnes subordonnées.

En dehors du gisement salifère, qu'une grande dépression semble séparer des montagnes contiguës, on remarque des grès jaunâtres contenant un grand nombre de fossiles et entre autres l'*Ostrea crassissima*. L'indépendance de la montagne de sel se trouvait donc nettement établie par rapport au terrain de craie, et son âge nettement fixé aussi dans la série tertiaire, et dans l'étage éocène, d'autant plus que, sous les alluvions de la plaine d'El-Outaïa, vers le col de Sfa, on voit émerger les calcaires nummulitiques. J'aime à croire que les détails que je viens de donner du Djebel el Mèlah mettent suffisamment en relief son origine neptunienne, origine démontrée par l'alternance régulière de grès, de marnes, de dolomies, d'argiles, de gypse et de sel, et qu'ils écarteront toute idée de dépôt postérieur ou de remplissage par voie de sublimation ou d'éruption.

C'est cependant cette dernière opinion qu'adopte M. Ville pour les sels gemmes de l'Outaïa. En effet, voici en quels

termes s'exprime ce savant géologue (1) : « Je tenais à comparer ce massif (Djebel Rh'arribou) avec le massif semblable du « rocher de sel des environs de Djelfa sur lequel j'ai fait un « mémoire. J'avais été amené à considérer les couches de sel « des environs de Djelfa comme le résultat d'une éruption volcanique de boue, de sel et de gypse qui s'était produite à la « séparation du terrain crétacé et du terrain tertiaire moyen. « Mes études sur le Djebel Rh'arribou m'ont conduit au même « résultat. »

Cette explication est, à mes yeux, en contradiction formelle avec l'alternance plusieurs fois répétée de dolomies parfaitement stratifiées, de grès et de marnes ; et, bien que le gypse et le sel se trouvent logés dans la masse des roches encaissantes sous forme d'amas lenticulaires, c'est-à-dire à l'état subordonné, il me paraît impossible de ne pas reconnaître à l'ensemble une origine franchement sédimentaire.

Le quatrième gisement salifère et gypsifère comprend une longue bande de terrains qui s'étend depuis le Djebel Chettabah près de Constantine jusqu'au delà de Milà. Nous renvoyons pour les détails aux descriptions que M. Fournel et moi nous en avons données (2), et desquelles il résulte que, comme à Outaïa et dans les autres localités déjà citées, les bancs de sel gemme sont recouverts par la mollasse à *Ostrea crassissima*, et qu'ils reposent sur des marnes noires qui sont une dépendance de l'étage nummulitique.

Si de la province de Constantine nous passons dans celle d'Alger, nous retrouverons des gisements de sel identiques avec ceux que nous venons de décrire. Le plus important est sans contredit celui du Djebel Sahari, à 22 kilomètres au N. O. de Djelfa, sur la rive droite de l'Oued Mèlah. « Quand on part « de Médéah, dit M. Fournel (3), et qu'on s'avance au sud, on « traverse pendant quelques lieues le terrain tertiaire, et on « entre alors dans les terrains crétacés. Ce sont les mêmes caractères, les mêmes fossiles, et, chose remarquable, c'est

(1) Ville, Étude des puits artésiens dans le bassin du Hodna et dans le Sahara des provinces d'Alger et de Constantine. — *Bull. Soc. géol.*, t. XXII, p. 109, 1864.

(2) Fournel, *Richesse minérale de l'Algérie*, t. I, p. 234. — Coquand, *Description géologique et paléont. de la région sud de la province de Constantine*, p. 180, 1862.

(3) Fournel, *Gisements de muriate de soude en Algérie*, p. 20.

« exactement à la même latitude que se trouvent les *Hemipneu-*
« *stes* (dans la province de Constantine). C'est aussi à la même
« distance du sud de ces fossiles que se trouve, dans le Djebel
« Sahari, une montagne de sel identique avec celle de la
« plaine d'Outaïa. Il faudrait, pour la décrire géologiquement,
« répéter ici mot à mot ce que j'ai dit de cette dernière. Ce sont
« les mêmes marnes gypseuses diversement colorées, etc. »

Suivant M. Ville, à qui l'on doit une très-intéressante description du même gisement (1), le sel présente des escarpements à ciel ouvert dont la hauteur s'élève jusqu'à 15 mètres (p. 365). *Il n'est pas régulièrement stratifié.* Dans un cirque ouvert dans le sel gemme (p. 367), le sel gemme est recouvert par une calotte de roches stratifiées formées presque entièrement de gypse blanc ou rouge, *régulièrement stratifié.* Dans certains échantillons, des bandes de gypse alternent avec des bandes de calcaire gris, compacte, identique d'aspect avec celui qu'on trouve dans les terrains secondaires. Il se pourrait, en raison de sa situation, que ce gypse provînt de la transformation du calcaire crétacé par des vapeurs d'acide sulfurique hydraté. On reconnait également sur ce point que le sel n'est pas *régulièrement stratifié.* Il présente aussi des zones parallèles de 3 à 4 millimètres de large, nuancées de teintes légèrement différentes et qu'on peut prendre au premier abord pour des *couches.*

Page 369. Si l'on examine avec soin les couches stratifiées qui entourent le gîte de sel gemme, on reconnaît bientôt qu'il y a deux terrains d'âges différents qui lui forment une double enveloppe. M. Ville n'a pas trouvé de fossiles dans ces terrains, mais il est facile de les distinguer l'un de l'autre par des différences bien tranchées de leurs caractères minéralogiques; sans se prononcer sur l'âge du terrain inférieur qu'il reconnaît comme crétacé, il classe le supérieur dans l'étage tertiaire moyen qui règne d'une manière à peu près continue à l'est, au sud et à l'ouest du pourtour du gîte, et qui se compose de bancs alternatifs de grès jaune friable et de poudingues faciles à désagréger. Les diverses coupes dont l'auteur illustre son texte, surtout les figures 2, 4 et 11, montrent le terrain tertiaire moyen relevé autour du gisement salino-gypseux, exactement comme il l'est dans tous les gisements que nous avons signalés

(1) Ville, Notice géologique sur les salines des Zahrez et les gîtes de sel gemme du Pang el Mèlah et d'Aïn-Hadjora. — *Ann. des Mines*, 5e série, t. XV, 1859.

dans la province de Constantine. Si dans des dépôts réguliers et incontestablement d'origine sédimentaire, comme ceux de Montmartre, d'Aix et des Carpathes, la stratification des roches gypseuses se montre parfois irrégulière, il serait injuste de réclamer une régularité plus grande dans ceux de l'Algérie.

Ainsi, nous ne saurions adopter la conclusion par laquelle M. Ville termine son mémoire et dans laquelle le Djebel Sahari, le Rang el Mèlah (p. 407) est considéré « comme le résultat « d'une éruption de boue argilo-gypseuse et de sel gemme qui « se serait fait jour à travers les assises superposées des ter- « rains crétacés inférieur et tertiaire moyen. » Nous retenons donc ce gîte comme un dépôt franchement neptunien, et, en réalité, c'est à cette idée que conduisent tous les détails stratigraphiques si bien exposés par M. Ville et en opposition desquels s'élèvent, seules, des idées théoriques. Je reconnais cependant comment, en présence des bombements, des interruptions de couches et de la confusion que des encroûtements gypseux superficiels et modernes jettent sur la position exacte des éléments normaux des terrains salifères, l'interprétation systématique se substitue souvent aux faits réels et positifs.

Le gîte de sel gemme d'Aïn-Hadjera (p. 395) est situé à 36 kilomètres sud-ouest de Rang el Mèlah, sur le bord méridional du bassin géographique du Zahrez. Son affleurement présente une surface à peu près circulaire d'environ 1000 mètres de diamètre. Pour M. Ville, il paraît, de même que celui du Djebel Sahari, dû à un soulèvement de boues argileuses, gypso-salifères. Au sommet du grand pic (p. 398), il y a une couche de poudingue qui plonge au sud assez fortement, comme si elle avait été redressée par l'apparition de la roche salifère. Ce poudingue serait tertiaire moyen.

La province d'Oran paraît être moins riche en sel gemme que celles de Constantine et d'Alger. Peut être a-t-elle été moins sérieusement explorée. M. Ville (1) y décrit la mine de sel gemme que les Arabes des Ouled Kh'alfa exploitent sur les rives de l'Oued Mèlah, à 12 kilomètres ouest d'Aïn-Temouchen.

« Les argiles (p. 48) contiennent quelques lits minces de cal- « caire gris clair, à cassure un peu terreuse. A 100 mètres en « aval du grand chantier, le calcaire prend tout à coup un déve- « loppement assez fort et forme une sorte de promontoire sur la

(1) Ville, *Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger.*

« rive droite de la rivière. Il est d'un gris noirâtre, d'une structure « très-compacte, presque cristallin. Il a été plié très-fortement « en V; il supporte en amont de la rivière des argiles salifères. « Dans l'intérieur du V, le calcaire devient schisteux et passe « graduellement à l'état d'argile schisteuse. Certains échantil- « lons de ce calcaire pourraient être pris pour du calcaire gris « du terrain crétacé inférieur; c'est la présence de ce calcaire « gris et des argiles schisteuses et grises, encaissant le sel « gemme, qui nous avait fait supposer, lors de notre première « visite, que le gîte du sel était enclavé dans le terrain crétacé. « Mais il nous est démontré aujourd'hui que ce gisement est « enclavé dans le terrain tertiaire moyen, et que l'existence du « sel et du plâtre est due à l'apparition du basalte. »

Voici donc, de l'aveu de M. Ville, un gisement salifère parfaitement stratifié, donc non éruptif, non plus poussé par sublimation ou par éruption entre le terrain crétacé et le terrain tertiaire, ainsi qu'on l'admettait pour ceux du Djebel Rh'arribou et de Djelfa, mais bien encaissé dans un étage que recouvrent des bancs d'*Ostrea crassissima*, lequel étage consiste en des couches régulièrement stratifiées de calcaire et d'argiles. Or, c'est justement la place de tous les sels gemmes dont nous avons parlé jusqu'ici, et nous avouons franchement que nous aurions beaucoup de peine à comprendre, si les gypses et les sels étaient éruptifs, comment d'abord ils pourraient être stratifiés, et encore moins comment ils se seraient toujours interposés entre le terrain crétacé et le terrain tertiaire, lorsqu'il est établi que, dans toute la province de Constantine et sur une foule d'autres points de l'Europe et de l'Asie, ces gypses salifères sont constamment placés entre l'éocène à Nummulites (calcaire grossier) et le tertiaire moyen, et qu'ils occupent par conséquent le niveau des gypses de Montmartre. On sait très-bien que, dans le voisinage des roches en amas, que ces roches soient du gypse, du sel gemme, des minerais de fer, la stratification des couches ne brille pas par une parfaite régularité; mais une question d'irrégularité, quelque grande qu'on la suppose d'ailleurs, ne saurait être invoquée contre le fait de la stratification elle-même, quand celle-ci existe, et, dans tous les cas, ne pourrait conduire à des idées théoriques aussi audacieuses que celles qui font arriver à l'état de sublimation, ou à la manière des roches volcaniques, des roches telles que des calcaires, des dolomies, des gypses et des argiles.

Nous tenons donc comme parfaitement démontré que, dans

l'Algérie, *tous les gisements* de sel gemme sont essentiellement d'*origine sédimentaire* et qu'ils appartiennent *tous* à un même et unique étage qui est celui qui correspond à l'éocène supérieur ou au terrain à Fucoïdes, son équivalent. Voilà donc complétement justifiées et généralisées les conséquences que nous formulions en ces termes (1) : « On voit donc que, dans la province de Constantine, le terrain tertiaire inférieur ou éocène se « compose de deux étages distincts, dont le premier se réfère « aux sables du Soissonnais, et le deuxième au calcaire grossier « parisien. On voit, en outre, que les gisements salifères du « Tell, dans cette même province, sont une dépendance du « même terrain. »

Nous ajoutions que, sans vouloir préjuger en rien l'âge des autres gisements salifères de l'Algérie, nous croyions avoir de bonnes raisons pour affirmer que les sels gemmes y étaient véritablement une dépendance de l'étage éocène, reconnaissaient une origine neptunienne, et occupaient une position normale dans la série stratigraphique.

Ces conclusions étaient confirmées dans un travail plus récent (2), où je dis que, depuis la publication de mon ouvrage de 1862, les nouvelles données dont l'histoire des terrains tertiaires s'était enrichie me permettaient d'être plus affirmatif, et que je n'hésitais pas à voir dans les gypses salifères africains que j'avais décrits l'équivalent du gypse de Montmartre.

On connaît les rapports d'intime parenté qui existent entre les sels gemmes et les gypses. Ces derniers, à cause de leur solubilité moins grande dans les eaux qui les tiennent en dissolution, précipitent les premiers et sont souvent les seuls représentants des formations salifères dans les terrains d'origine marine. C'est ainsi que, dans le midi de la France, l'existence du sel dans les gypses de l'époque keupérienne n'est dévoilée que par quelques sources salées; mais, toutes les fois que se montre le chlorure de sodium, son satellite obligé est le gypse. Aussi, en Algérie, où les sulfates de chaux sont si abondamment répandus, on est presque certain que le plus grand nombre des gisements, grâce aux sources salées auxquelles ils donnent naissance, sont de la même époque que ceux des sels

(1) Coquand, *Description géologique et paléontol. de la région sud de la province de Constantine*, p. 143.

(2) Coquand, Sur quelques points de la géologie de l'Algérie. — *Bull. de la Soc. géol.*, t. XXIV, p. 388.

gemmes. A part quelques rares dépôts de gypse remontant à la période crétacée, mais non salifères, que j'ai eu l'occasion d'observer dans le Tell (je ne parle pas de ceux du Sahara), tous les autres sont éocènes, et je remarque qu'il en est de même dans les provinces d'Alger et d'Oran, comme le démontrent quelques citations que nous empruntons à l'ouvrage de M. Ville (1).

Le gypse d'Oued-Tallout (p. 34) est accompagné d'une roche doléritique que cet ingénieur considère comme ayant fait irruption aussi bien à travers le terrain crétacé qu'à travers le terrain quaternaire. Le gypse lui-même résulterait de la transformation du calcaire d'eau douce quaternaire par des vapeurs d'acide sulfurique. Mais, comme dans le fond de la vallée le gypse est associé à des marnes roses qui se couvrent d'efflorescences blanches de sel marin, et que les argiles du terrain tertiaire moyen apparaissent à 1,000 mètres d'un puits d'eau salée, sur les deux rives de l'Oued Tallout, il nous est permis, je crois, de considérer ce gypse salifère comme éocène, ainsi que le gypse de la Tafna inférieure, que M. Ville (p. 36) déclare s'enfoncer vers l'est et se cacher sous le terrain tertiaire moyen, et qu'à cause de sa stratification bien évidente il considère comme résultant de la transformation du calcaire tertiaire moyen par des vapeurs d'acide sulfurique, lors de l'apparition de la dolérite.

Le gypse du Djebel Souliah (p. 37) est recouvert par des terres calcaires d'un blanc jaunâtre qui appartiennent au terrain tertiaire moyen.

Les gisements gypseux du Marabout Sidi-Amor-el-Aïat, à 4 kilomètres S. E. d'Aïn-Temouchen (p. 38), sont salifères et également recouverts par le terrain tertiaire moyen.

Celui des environs de Sidi-Bel-Abbès (p. 40) est aussi en connexion avec le tertiaire moyen.

Le gypse stratifié de Tessala (p. 45) appartient probablement au terrain tertiaire moyen, dont il constitue *la base*. Il en est de même de celui de la ferme d'Arbal qui donne naissance à une source saline.

Nous aurions pu multiplier nos citations pour ainsi dire à l'infini et montrer par de nouveaux exemples les connexions intimes qui existent constamment entre les gisements de sel gemme et les gisements de gypse de la même époque, qui,

(1) Ville, *Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger.*

nous le répétons, sont presque toujours salifères. Nous nous contenterons de mentionner que M. Ville reconnaît à ces derniers deux natures différentes (p. 319) : « les uns sont associés « à des roches d'origine éruptive et paraissent résulter de la « transformation du carbonate de chaux en sulfate de chaux « hydratée par l'action des vapeurs d'eau et d'acide sulfurique « qui auraient accompagné les éruptions volcaniques. La *stra-* « *tification* est souvent assez indistincte dans les gîtes de cette « nature, ceux-ci ne constituant, en général, que des îlots très- « restreints qu'une force expansive semble avoir poussés de « bas en haut à travers les terrains stratifiés tertiaire et cré- « tacé. Le plus souvent ces gîtes métamorphiques indiquent la « zone de contact des terrains tertiaire et crétacé.

« La deuxième catégorie des gypses comprend ceux qui se « présentent en couches régulières, épaisses, d'une étendue « souvent considérable. Ces couches sont intercalées, sans « aucune espèce de dérangement, au milieu des autres couches « du terrain (argiles et calcaires). On ne voit dans leur voisi- « nage aucune roche d'origine éruptive. Ces couches de gypse « paraissent contemporaines des terrains stratifiés dans les- « quels on les observe. »

Nous différons de l'opinion de M. Ville, en ce sens que nous n'admettons qu'une seule classe de gypses en Algérie, des gypses sédimentaires, *tous* contemporains des terrains qui les contiennent. L'association, sur quelques points, de roches plutoniques avec certains dépôts gypseux ne me paraît être qu'un cas fortuit, qui a pu influer, il est vrai, sur leur dislocation, mais non point sur leur origine. Ainsi, l'éruption basaltique de Beaulieu, dans les environs d'Aix, qui a traversé le terrain gypseux, est postérieure à ce terrain et a été par conséquent sans influence sur la formation du sulfate de chaux.

Nous avons eu l'occasion d'observer des faits analogues dans nos voyages dans la chaîne des Carpathes, et nous avons démontré (1) que, dans la Moldavie, les dépôts de sel gemme et de gypse sont *incontestablement* éocènes et par conséquent du même âge que ceux de l'Algérie; et la preuve que ce phénomène de précipitation de chlorure de sodium à cette époque est un fait géologique général, c'est que les sources salines de l'Apennin Bolognais et Modenais, que le gisement de sel

(1) Coquand, Sur les gîtes de pétrole de la Valachie et de la Moldavie et sur l'âge des terrains qui les contiennent. — *Bull. Soc. géol.*, t. XXIV.

gemme de Lungro dans les Calabres, celui de Cardone dans les Pyrénées, que les sels gemmes de Pétralia et de Castrogiovanni en Sicile, que les gypses avec soufre et sel gemme de cette île, sont tous une dépendance du terrain à Fucoïdes, ou sont de l'âge des gypses de Montmartre. C'est à la même époque que se rapportent les bassins de roches de sel gemme avec marnes gypsifères décrits par M. de Tchihatchef dans la Paphlagonie et le Pont (1), ainsi que les dépôts également salifères et gypsifères signalés dans le Kurdistan par M. Ainsworth (2).

On sait qu'il existe dans la région des Hauts-Plateaux une série de lacs salés connus sous le nom générique de Chott ou de Sebkha. La route de Constantine à Batna en traverse deux, le Sebkha Gharbia et le Sebkha Chergnia. Chaque année on y récolte du sel. Plus au sud s'échelonnent les Sebkha plus grands encore de Djendeli, d'Ank-Djemel, d'El-Guellif et d'El-Tharf qui sont les salines naturelles servant à l'approvisionnement des Arabes. Le lac Fetzara, près de Bône, reçoit un affluent salé, l'Oued Mèlah, qui emprunte au terrain à Fucoïdes qu'il traverse le chlorure de sodium dont il est imprégné. On peut citer aussi le Sebkha du K'ssar chez les Kabyles de la rive droite du ruisseau de ce même nom, et le Sebkha-el-Saïda à l'ouest des montagnes de Bougie, dont la longueur, suivant M. Fournel, n'est pas moindre de 15 à 18 lieues (comme le lac de Genève), sur une largeur moyenne de 3 lieues. L'évaporation naturelle des eaux procure des masses de sel. Dans la même province de Constantine, soit dans les vastes plaines des Nemenchas, soit dans les contre-forts méridionaux du Djebel Chechâr, qui sont presque entièrement composés de marnes salifères éocènes, nous traversions des Sebkha desséchés, dont le fond, un peu vaseux, était tapissé de cristaux de sel et de cristaux de gypse.

La province d'Alger n'est pas moins riche en lacs salés. Le plus remarquable est sans contredit celui des Zharez qui se trouve entre le poste de Guelt-el-Settel et le poste du rocher de sel du Djebel Sahari. Le Zharez-Rharbi (occidental) n'a pas moins de 12 lieues de longueur sur 2 de largeur moyenne. En avril 1844, M. Fournel (3) le vit uniquement formé d'une immense croûte de sel dont la surface, polie comme une glace, avait produit de loin l'illusion complète d'une nappe d'eau.

---

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, t. II, p. 964.
(2) *Histoire des progrès de la géologie*, t. III, p. 188.
(3) Fournel, *Sur les gisements de muriate de soude*, p. 23.

Cette croûte était de $0^m,70$ vers les parties centrales du lac. Le Zharez-Chergui (oriental) a 36 kilomètres de long sur 14 de largeur moyenne (1). Son eau recouvre un dépôt de sel cristallisé en trémies.

D'après les calculs de MM. Fournel et Ville, la quantité de sel contenu dans le Zharez-Rharbi serait de 127 millions de mètres cubes, plus de 250 millions de tonnes, ou soit plus de 2 milliards et demi de quintaux métriques. Le Zharez-Chergui contiendrait 332 millions de tonnes de sel, ce qui fait pour les deux un total de 5 milliards et 882 millions de quintaux métriques. Le Zharez-Rharbi est alimenté par l'Oued Mèlah, qui prend sa source dans les environs de Djelfa, passe au pied de la montagne de sel et traverse des argiles salifères auxquelles il soutire la plus grande quantité du chlorure de sodium qu'il contient.

M. Ville a constaté qu'un kilogramme d'eau de l'Oued-Rharbi, de la densité de 1,2147, contenait 268 grammes de sels divers. M. Louis Lartet (2) a trouvé pour les eaux de la mer Morte, sur 1,000 parties, 27,078 de résidu salin pour celles recueillies à la surface, 262,648 pour celles recueillies à 120 mètres de profondeur, et 278,135 pour les eaux provenant d'une profondeur de 300 mètres. Les densités correspondantes sont 1,0216, 1,2225 et 1,2563. Cette simple comparaison indique déjà l'analogie qui existe entre la mer Morte et les lacs salins de l'Algérie. La seule différence que j'aperçoive entre eux ne consiste guère que dans une question de profondeur, laquelle entraîne comme conséquence la plus grande quantité de chlorures de magnésium et des brômures qui sont en dissolution dans le fond du lac Asphaltite.

Nous terminerons notre nomenclature des lacs salés par le Sebkha Nahma, dans la province d'Oran, dont la salure est due aux eaux qui sortent du Djebel Mèlah qui en est voisin.

Tous les Sebkha que nous venons de mentionner étaient primitivement d'eau douce; mais, comme les ruisseaux qui les alimentent traversent des terrains salifères et que pendant la saison d'été l'évaporation disperse une quantité d'eau plus consi-

---

(1) Ville, *Gîtes de sel en Algérie*, p. 358.

(2) Louis Lartet, Recherches sur les variations de salure de l'eau de la mer Morte en divers points de sa surface et à différentes profondeurs, ainsi que sur l'origine probable des sels qui entrent dans sa composition. — *Bull. de la Soc. géol.*, t. XXIII, p. 781.

dérable que celle qui leur est apportée pendant la saison d'hiver, il en résulte que ces lacs sont mis à sec sur la totalité ou la plus grande partie de leur surface, et que le sel cristallise en masses assez épaisses pour qu'on puisse les enlever au pic et à la pelle. Il serait donc illogique, pour expliquer la salure des Sebkha, de recourir à l'intervention de sources thermo-minérales salines, liées à des phénomènes volcaniques et apportant avec elles de l'intérieur du globe le chlorure de sodium dont les lacs fermés sont chargés. Et cependant, quelle est la contrée plus riche en sources thermales, si ce n'est l'Algérie? On peut dire, d'une manière presque générale, que toutes les sources d'eau potable ou non y possèdent une température supérieure à la température moyenne des lieux d'où elles émergent, et, parmi ce grand nombre, à peine peut-on en citer deux ou trois qui soient vraiment salines, et encore avec un très-faible degré de salure, ce qui doit étonner, surtout dans une région où une très-vaste partie du terrain est occupée par des terrains salifères.

M. Ville (1) a fait la remarque qu'il sort du terrain secondaire des sources remarquables par la pureté des eaux. Il annonce (p. 219) que les eaux du Tighaout sont limpides et d'un goût excellent, tant qu'elles n'ont traversé que des argiles schisteuses assez dures et des bancs de quartzite; qu'avant de pénétrer dans le terrain tertiaire moyen elles commencent à se troubler, parce qu'elles coulent sur des marnes schisteuses secondaires qui se désagrégent facilement, mais qu'elles deviennent complétement louches, dès qu'elles pénètrent dans les marnes tertiaires, où elles se chargent de matières salines. Le même auteur (p. 230), en décrivant la zone argileuse du terrain tertiaire gypsifère que l'Oued Tighaout traverse dans toute sa largeur, dit que ses divers affluents lui apportent une grande quantité de substances salines résultant du lavage des roches tertiaires. On remarque souvent, à la surface de ces dernières, des efflorescences blanches de sulfate de magnésie et de sel marin. Les eaux ont généralement un goût saumâtre et sont désignées parfois, par les Arabes, sous le nom d'Aïn-Mèlah (source salée).

Les analyses nombreuses qui ont été faites des eaux salées des Sebkha ont dévoilé tous les principes salins que l'on ren-

(1) Ville, *Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger.*

contre ordinairement dans les eaux de la mer. Jusqu'ici le brôme (1) seul n'y a point été signalé, probablement parce qu'on ne l'y a point recherché encore, ou parce que, pendant l'hiver, les eaux douces étant très-abondantes, ce corps ne s'y trouve qu'en quantités inappréciables et qui échappent à l'analyse, et que, pendant l'été, les Sebkha sont ordinairement à sec. Il conviendrait de se livrer à des recherches spéciales à ce sujet, et alors je conseillerais de puiser les échantillons d'expérimentation dans les cunettes où, pendant les mois chauds de l'année, se rassemble le peu d'eau qui échappe à l'évaporation. Mais ce ne serait pas sans danger qu'on pourrait s'aventurer au milieu des bancs liquides qui interdisent l'accès des dépressions du Chott où les eaux se réfugient.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des montagnes de sel gemme et des gîtes gypso-salifères que l'on rencontre dans le Tell et dont la position, comme nous l'avons vu, correspond à l'éocène supérieur. Nous avons expliqué que cette grande abondance de chlorure de sodium et de sulfate de chaux n'était point spéciale à l'Algérie seulement, mais bien à une foule d'autres contrées où l'horizon des gypses de Montmartre était également caractérisé par des sels et par des gypses. La salure des Sebkha et des Oued Mèlah était la conséquence du lavage des sels et des argiles salifères par les eaux atmosphériques.

Il existe aussi en Algérie un second niveau de gypses et d'argiles salifères correspondant à l'étage pliocène qui constitue le sol de quelques montagnes qui bordent le Sahara lui-même. On sait que ce terrain, considéré par M. Desor (2) comme un relai de mer, ne remonterait pas, d'après cet éminent géologue, au delà de la période de l'extension des glaciers. M. Ville le considère comme quaternaire, et, en attendant que son âge soit nettement fixé, il l'appelle *terrain saharien*. M. Dubocq (3) le rapporte à la partie supérieure du terrain tertiaire. C'est aussi mon opinion (4). L'examen des échantillons des terrains forés

---

(1) M. Brossard, qui a si bien décrit les terrains de la subdivision de Sétif et qui s'est livré à de nombreuses recherches sur le Chott du Hodna, m'a assuré que la présence du brôme avait été positivement reconnue dans les eaux de ce lac.

(2) Desor, *Le Sahara, ses différents types de déserts et d'oasis.*

(3) Dubocq, *Constitution géologique des Zibân et de l'Oued R'ir*, p. 75.

(4) Coquand, *Description minér. et pal. de la région sud de la province de Constantine*,

dans les puits du Sahara conduit M. Tissot (1) à rapporter à l'étage pliocène presque toutes les nappes qui ont donné des eaux si abondantes dans un grand nombre d'oasis.

Suivant M. Dubocq, le relief de cette formation s'abaisse depuis Biskr'a, élevé de 111 mètres au-dessus du niveau de la mer, jusqu'au Chott-Melr'ir, où il n'est que de 28 mètres; il se relève ensuite, présente une hauteur de 54 mètres à Tuggurth, et se continue par une série de plaines et de collines jusqu'à Ouargla, où le pliocène s'appuie sur la formation secondaire. Ce bassin fermé qui paraît s'étendre, à l'est, jusqu'au bord de la mer, se compose d'assises horizontales ou très-peu inclinées, formées par la même succession de bancs de marnes, de gypses, de calcaires, d'argiles et de grès, avec bancs de poudingues intercalés.

Je ne pense pas qu'aucun observateur ait signalé jusqu'à présent l'existence du sel gemme dans la plaine saharienne des possessions françaises; mais le chlorure de sodium ne s'y trouve pas moins répandu en très-grande abondance, car il imprègne les sables, les gypses et les argiles du terrain tertiaire, à la surface duquel se montrent partout des efflorescences salines, et où les tamarins poussent aussi avec une grande vigueur. Les eaux du Sahara sont presque toutes saumâtres.

Le gypse se trouve presque partout. Le sondage de Tuggurth a indiqué un banc de 20 mètres 35 centimètres, celui de Bard'ad une épaisseur de 27 mètres 42 centimètres. D'ailleurs, dans les sentiers suivis par les caravanes, on recoupe à chaque pas des bancs de gypse blanc qui constituent un sol dallé et uni sur des espaces quelquefois très-considérables. Les parties basses du Sahara et surtout les dépressions qui existent au-dessous du niveau de la mer sont occupées par des Chott dont le plus étendu est le Chott Melr'ir, dans lequel se réunissent toutes les eaux des Zibân et de l'Oued Djedi. Il constitue un bassin fermé et séparé de la mer actuelle. Le vaste marais salé qui occupe le fond de ce bassin se continue, suivant M. Dubocq, du 4e au 7e degré de longitude est, jusqu'à 70 kilomètres du golfe de Gabès, en traversant les oasis du Bled-el-Djerid et du Nifzaoua, et sa hauteur montre qu'il ne pouvait communiquer autrefois avec la mer. On ne rencontre, au reste, toujours d'après le même observateur, sur les bords du lac Melr'ir et

(1) *Forages artésiens exécutés dans la province de Constantine*, p. 50; 1864.

sur les terrains qui s'étendent du lac central au pied des montagnes, aucune laisse de mer qui puisse faire supposer que l'estuaire de ce marais ait été oblitéré, depuis les temps historiques, par les collines de sable qui bordent le golfe de Gabès, et que l'évaporation solaire ait épuisé successivement les eaux de cette mer intérieure. La salure des eaux du Chott qui le couvre, après la saison des pluies, d'une croûte d'efflorescences, ne peut également être invoquée; on doit l'attribuer au dépôt de matières salines dont les eaux se chargent dans leur parcours et qu'elles abandonnent ensuite, lorsqu'elles sont absorbées par les rayons solaires, ainsi qu'on l'observe pour tous les bassins fermés de l'Algérie.

Il est juste, toutefois, de faire remarquer ici, que depuis la visite de M. Dubocq on a découvert, dans les terrains qui entourent le Chott Melr'ir, de nombreux exemplaires du *Cardium edule*, et que M. Desor a tiré de la présence de cette coquille, qu'il considère comme spéciale aux eaux saumâtres, la conséquence que le Sahara était occupé tout récemment encore par une mer que des affluents d'eau douce ont dessalée peu à peu. Nous avons dû indiquer (1) que *Cardium edule* était, avant tout, la coquille caractéristique par excellence de tous les terrains pliocènes connus, que son analogue vivait aujourd'hui dans l'étang de Lavalduc, près des Martigues, dont le degré de concentration des eaux variait, suivant les saisons, de 13 à 22°, étang qui peut être comparé au Chott Melr'ir, dont le fond est constamment recouvert d'une croûte de sel assez considérable, et que l'abondance du gypse et des argiles salifères dans toute l'étendue du Sahara fournissait des arguments diamétralement opposés à la thèse soutenue par M. Desor. Il est évident que, si la mer saharienne s'était dessalée par suite de l'invasion d'une quantité extraordinaire d'eau douce, le gypse et le sel, loin de se précipiter d'eux-mêmes, ce qui n'arrive que lorsque les eaux sont parvenues à la limite extrême de saturation, seraient restés, au contraire, en dissolution dans ces mêmes eaux allongées.

Quoi qu'il en soit de ces diverses questions relatives à l'âge du terrain du Sahara, nous voyons que l'existence de lacs salés liée à la présence du chlorure de sodium dans ce terrain, ainsi que nous l'avons vu pour le Tell, et que les Chott des Hauts-

---

(1) Coquand, *Sur quelques points de la géol. de l'Algérie.*

Plateaux, comme ceux du Désert, sont dus à une cause identique; seulement, dans les premiers, les bancs qui livrent le chlorure de sodium aux eaux douces sont éocènes, tandis qu'ils sont pliocènes dans le second.

Cette théorie, qu'il me paraît bien difficile de contester, s'applique également aux lacs salés que l'on a signalés sur d'autres points du globe.

Ainsi, le lac Urmiah, dans l'Arménie, qui a 200 lieues carrées de surface et dont les eaux contiennent 22,3 pour cent de matières salines, était considéré par M. Dubois comme un des fragments de la mer antique, une petite Méditerranée plus ou moins salée, qui aurait été soulevée avec les montagnes de l'Arménie. Or, son grand degré de salure est expliqué bien plus naturellement par les masses immenses de sel que renferment les montagnes dans le voisinage du lac.

Le lac Elton est à 7 mètres 80 au-dessous du niveau de la mer Noire, et il renferme 29,13 pour cent de matières salines. M. de Verneuil fait observer avec raison qu'il est situé sur le zechstein, dans lequel on rencontre fréquemment le sel gemme.

M. Frémont a décrit les bords salés du lac Utah, placé à 1,280 mètres au-dessus du niveau de l'océan Pacifique, dans les montagnes Rocheuses, et il attribue la salure de ses eaux à des bancs de sel très-considérables que l'on observe au sud.

La salure de la Caspienne, ou du moins des nombreux lacs salés qui l'entourent, n'a pas, suivant moi, d'autre origine.

Hommaire de Hell ne voyait dans ces lacs que des relais de mer et dans la dépression de la Caspienne qu'un abaissement de son niveau par suite d'une évaporation rapide après sa séparation de la mer Noire. Mais la salure de cet immense lac, primitivement d'eau douce, trouverait une explication plus scientifique dans l'existence et dans la dissolution successive de bancs de sel gemme de son voisinage; or, d'après M. Felker, la rive orientale de la Caspienne, à partir de Karrassou et en remontant vers le nord, est couverte de lacs salés. Le sel gemme est exploité dans l'île de Tchéliken et dans la presqu'île de Dardjey. L'île d'Ogourtchiaski, une des plus étendues de cette mer intérieure, renferme une couche de sel.

Tous les lacs salés que j'ai eu occasion d'étudier dans la Moldavie et dans la Valachie empruntent journellement leur chlorure de sodium aux sels en roche ou aux argiles salifères qui

leur sont subordonnées. Les lacs salés exploités des bords de la mer Noire sont absolument dans la même catégorie.

On sait que M. Bertou et d'autres observateurs après lui ont vu l'unique source de la salure de la mer Morte dans les montagnes de sel que l'on observe dans son voisinage. M. Louis Lartet, qui nous a donné sur la constitution géologique du lac Asphaltite et sur ce lac lui-même des détails si intéressants et si instructifs, a parfaitement établi, d'accord en cela avec beaucoup d'auteurs recommandables, que la mer Morte n'a jamais pu communiquer anciennement, ni avec la Méditerranée, ni avec la mer Rouge, et qu'elle n'a été, dès l'origine, qu'un réservoir d'eaux atmosphériques dont la salure empruntée à des circonstances environnantes s'est de plus en plus accrue sous l'influence d'une immense évaporation (1).

L'auteur comprend dans ces circonstances environnantes deux causes qui peuvent influer sur la salure du lac, une, secondaire, se rattachant au voisinage du Djebel Mèlah, et l'autre, plus importante, liée à l'existence de sources salées anciennes et disparues, et dont celle d'Emmaüs ne serait qu'un représentant affaibli. Ces sources, dont la réalité est loin d'être démontrée, en connexion d'origine avec les phénomènes volcaniques dont le sol de la Palestine et de la Syrie a été autrefois le théâtre, ont dû acquérir une énergie et une richesse salifère dont celles d'entre elles qui n'ont pas disparu à la suite de cette crise souterraine ne nous ont conservé qu'une faible image (2).

Les eaux d'Emmaüs contiennent de 1,731 à 2,132 de chlorure de sodium et de potassium; de plus, M. Anderson y a découvert le brôme, mais en trop petite quantité pour pouvoir le doser; or, comme dans la mer Morte le brôme atteint le chiffre de 7 grammes, 093 par kilogramme d'eau, M. Louis Lartet tire de cette analogie de composition la conséquence que la salure du lac était plutôt due au chlorure de sodium apporté par des courants salino-thermaux qu'aux masses de sel du Djebel-Usdoum dans lequel l'analyse n'a point signalé du brôme.

Il sera permis de faire remarquer que l'existence du sel dans une source qui traverse des terrains éminemment salifères n'a

---

(1) Louis Lartet, Formation du bassin de la mer Morte et changements survenus dans le niveau de ce lac. — *Bull. de la Soc. géol.*, t. XXII, p. 463.

(2) Louis Lartet, *Recherches sur les variations de salure de l'eau de la mer Morte*, etc., p. 766.

rien qui doive étonner beaucoup; on en cite quelques-unes en Afrique. Seulement, il s'agirait de préciser au juste si ce sel est emprunté aux réservoirs intérieurs du globe, ou bien aux couches des terrains traversés. Je comprendrais à la rigueur que, si, sur les bords de la mer Morte, il n'existait pas des dépôts de sel gemme et de vastes terrains argileux imprégnés de chlorure de sodium, dont la dissolution ou le lavage, pendant un nombre indéfini de siècles que la géologie est incapable de supputer, mais qui, dans tous les cas, remonte bien au delà de la chronologie mosaïque, ont eu pour résultat d'apporter un tribut continuel d'eaux salées au lac, je comprendrais, dis-je, qu'à l'aide d'idées théoriques on pût recourir à l'intervention de sources salées. On a constaté la présence du brôme dans presque toutes les eaux salées provenant des gisements de sel gemme des marnes irisées; or, si les sels gemmes et les gypses stratifiés du keuper sont contemporains des couches qui les renferment, d'origine simplement neptunienne, ainsi que le démontre leur alternance avec des bancs fossilifères, et comme cela est démontré également à mes yeux pour les sels gemmes des Carpathes et de l'Algérie, il me paraît inutile de recourir à des phénomènes de sublimation ou à l'intervention de sources thermo-salino-brômurées pour expliquer l'existence du sel et des autres substances qui se trouvaient déjà dans les mers au fond desquelles le trias a été déposé. C'est comme si on arguait aujourd'hui de la présence du brôme dans les eaux concentrées des étangs fermés de Lavalduc et de Citis, dans le département des Bouches-du-Rhône, et au fond desquels le sel et le gypse se déposent spontanément pendant les années de grande sécheresse, pour refuser à ce sel une origine simplement neptunienne, et admettre que la salure et le brôme de ces étangs sont dus à des sources salines, opinion qui a été émise d'ailleurs, mais qui n'a pas même besoin d'être réfutée.

Le Chott Melr'ir dont, d'après les dernières recherches de M. Henri Duveyrier, la surface est bien autrement grande que la mer Morte, et les Zahrez dont le fond est tapissé aussi d'une croûte de sel cristallisé, ne doivent leur salure qu'au lessivage des terres salées que parcourent les eaux qui les alimentent. Le brôme existait, d'après M. Brossard, dans le Sebkha du Hodna qui est plus grand que le lac de Genève. Il ne voit pas dès lors en quoi la mer Morte, au point de vue de la salure de ses eaux et de l'origine de cette salure, différerait des Chott et des Sebkha de l'Algérie.

J'ajoute que je trouve un motif de rapprochement de plus dans l'identité des terrains que l'on a signalés en Afrique et dans la Palestine. Les *Heterodiadema libycum*, *Holectypus serialis* et *Ostrea flabellata*, trouvés dans le bassin du lac Asphaltite, indiquent l'horizon carentonien des environs de Batna et de Tébessa. Les *Ostrea Matheroniana* et *O. Fourneti*, Coquand, recueillies par M. le docteur Perron dans le désert de l'Arabat, y annoncent la craie supérieure, telle qu'elle existe en Algérie, et c'est elle, d'après M. Louis Lartet, qui supporte les calcaires éocènes.

C'est à la partie supérieure des calcaires crétacés qu'il place les bancs gypseux salifères et bitumineux des bords de la mer Morte, et notamment les couches puissantes de sel et de gypse du Djebel-Usdoum et de Zouwerirah-el-Foka (1).

Si le sel, le gypse et les bitumes reposent au-dessus des couches dordoniennes qui constituent le terme le plus élevé de la formation crétacée, je ne vois plus la possibilité de les introduire ailleurs que dans le terrain tertiaire, et alors ils deviennent éocènes comme ceux de l'Algérie, des Carpathes, de la Sicile, de la Calabre, de Cardona, etc.; c'est d'ailleurs ce que semble reconnaître implicitement M. Lartet lui-même (2), en admettant que c'est à peu près à ce même niveau que se trouvent dans l'Afrique française les bancs de sel et de gypse, ainsi que les bancs salifères de l'Arménie et de la Perse, dont l'âge éocène me paraît avoir été si nettement démontré par MM. de Tchihatchef et d'Archiac.

En résumé donc : 1° les gisements de sel gemme en Algérie sont d'origine sédimentaire et appartiennent tous à la période éocène supérieure, et sont par conséquent du même âge que ceux des Carpathes, de la Sicile, de la Calabre, de la Perse et de l'Arménie.

2° La salure des Oued-Mèlah, des Chott et des Sebkha est due à la dissolution du sel gemme et au lessivage des terrains salifères.

3° Il existe deux terrains salifères en Algérie : celui du Tell qui est éocène et celui du Sahara qui est pliocène.

4° Les divers lacs salés (bords de la Caspienne et de la mer Noire, lacs de Valachie, lac Urmiah, lac Van, lac Elton, mer Morte) sont des Sebkha analogues à ceux de l'Algérie.

---

(1) Louis Lartet, *Formation du bassin de la mer Morte*, etc., p. 444.

(2) Louis Lartet, *Loc. cit.*, p. 444, note 3.

5° Les lacs fermés des Bouches-du-Rhône ne sont pas des Sebkha; ce sont des portions détachées de la Méditerranée par un cordon littoral, dont la salure et le niveau inférieur à celui de la mer sont dus à une évaporation rapide de leurs eaux, et offrant la continuation des phénomènes qui ont donné naissance aux sels gemmes des marnes irisées et des terrains tertiaires.

M. Simonin fait la communication suivante :

Sur les mines d'or et d'argent du Colorado; par M. L. Simonin.

Je suis allé récemment visiter les mines d'or et d'argent du Colorado.

Arrivé à New-York après neuf jours et demi de traversée, j'ai rejoint dans le *Far-West* le chemin de fer du Pacifique, qui m'a conduit à 190 milles des mines. Ce dernier trajet s'est effectué sans encombre à travers des tribus sauvages et hostiles.

A diverses reprises, des savants avaient parcouru la chaîne des montagnes Rocheuses sans faire la découverte d'aucun filon, lorsqu'en 1858-59 des pionniers découvrirent l'or dans des placers, vers les sources de l'Arkansas. La nouvelle de cette découverte se répandit rapidement, et les mineurs arrivèrent en foule. Un de ces mineurs, entrant dans les défilés des montagnes, y découvrit le fameux filon qui porte son nom, Gregory.

Dans cette partie des montagnes Rocheuses et dans tout le Colorado, l'or existe dans des filons quartzeux, généralement orientés du N. E. au S. O. Ces filons sont compris entre des schistes métamorphiques anciens. Le noyau des montagnes Rocheuses est granitique.

Les pionniers vinrent bientôt s'installer dans ces gorges sauvages et y trouvèrent un grand nombre de gisements importants.

La loi américaine concernant l'exploitation des mines accorde au mineur qui a découvert un filon la propriété souterraine sur 3,000 pieds de longueur, et seulement 1,500 pieds si l'exploitant n'a pas découvert la veine métallifère.

Il existe une différence capitale sous ce rapport entre les lois américaine et française, cette dernière ne permettant l'exploitation que souvent très-longtemps après la demande en con-

cession. L'instruction de cette demande donne lieu à des enquêtes très-longues, très-minutieuses, et qui souvent durent plusieurs années.

On peut attribuer en grande partie aux lois libérales américaines le développement considérable de l'industrie minière, qui progresse tous les jours davantage dans le *Far-West*, les chercheurs y étant de plus en plus nombreux.

J'ai recueilli partout dans les mines du Colorado des échantillons des filons que j'ai visités, et les essais par voie sèche m'ont toujours dévoilé la présence de l'or.

Tout le versant oriental des montagnes Rocheuses est aurifère, et à Gregory on a pu recueillir jusqu'à 20 et 30,000 fr. d'or par tonne de minerai traité. Ces rendements, il est vrai, sont tout à fait exceptionnels.

Dans le Colorado les difficultés de traitement métallurgique sont quelquefois telles qu'on ne retire souvent que le tiers ou le quart de l'or contenu dans le minerai.

On n'arrive dans aucun cas à en retirer la totalité. Dans ces minerais l'or est toujours combiné avec des sulfures métalliques, galène, pyrite de fer, de cuivre, blende, etc., tandis qu'en Californie il se trouve généralement à l'état natif disséminé dans une gangue quartzeuse.

Il paraît que tous les procédés essayés n'ont donné jusqu'ici aucun bon résultat. Il reste donc une découverte importante à faire, permettant de retirer la totalité de l'or contenu dans les minerais.

Voici les deux principaux procédés dont on fait usage actuellement dans le Colorado :

1° On broie le minerai en poudre impalpable, puis on traite par le mercure, qui dissout tout l'or libre, qu'on extrait ensuite par la distillation.

Ce procédé ne permet d'extraire que le quart de l'or contenu dans le minerai, quand le minerai n'est composé que de sulfures.

2° On soumet le minerai à un grillage *à mort*, soit dans des fours à réverbère, soit dans des fours tournants.

La matière grillée est traitée par le mercure ou est fondue. Dans ce dernier cas, on obtient des mattes qui sont envoyées à Swansea (pays de Galles) pour être travaillées par des procédés tenus secrets.

Le transport de ces mattes revient à un prix très-élevé (1 franc par kilogramme). Il faut donc qu'elles soient très-riches.

Le Colorado possède aussi des mines d'argent importantes, dont on traite le minerai par les procédés de chloruration allemande, par la fusion et la coupellation, quand ce sont des galènes argentifères.

Tout le versant occidental des montagnes Rocheuses contient des filons argentifères, qui sont la continuation de ceux que l'on rencontre au Mexique. En quittant ce dernier pays, la ligne métallifère se bifurque en deux, l'une se dirigeant vers la Sierra-Nevada, l'autre vers les montagnes Rocheuses.

Au Colorado l'on rencontrera probablement le parallèle du célèbre filon de Comstock fouillé à Nevada.

L'exploitation de ces filons est conduite comme celle des mines anglaises. Les procédés employés n'offrent rien de particulier. Pour se débarrasser des eaux, on emploie des galeries d'écoulement ou des pompes.

La plus grande difficulté que l'on rencontre dans le travail souterrain tient à la grande élévation des affleurements.

Les mines d'or se trouvent généralement situées de 2,000 à 3,000 mètres d'altitude, et les mines d'argent à des altitudes encore plus considérables, 3,000 à 3,500 mètres. Les neiges, à ces hauteurs, coupent pendant plusieurs mois toute communication avec les vallées, et les mineurs passent généralement l'hiver dans les montagnes.

L'exploitation des mines d'or et d'argent de ces contrées est appelée à coloniser un pays immense. Les Peaux-Rouges sont refoulés peu à peu vers des cantonnements ou lieux de *réserves* que le gouvernement leur assigne. Cependant plusieurs tribus résistent et refusent de signer aucun traité avec les blancs.

Les États-Unis produisent maintenant autant d'or que toutes les autres contrées du globe ; et la production en argent des mines de Nevada est aussi grande que celle de toute l'Amérique espagnole.

Pendant la guerre de sécession, la production totale a été de 5 à 600 millions d'or et d'argent ; en 1867, de 400 millions seulement. Ce ralentissement dans la production tient aux luttes continuelles que les colons ont eues à soutenir contre les tribus sauvages et aux difficultés des traitements métallurgiques qui ont arrêté l'essor de beaucoup d'exploitations.

La production d'or de la Californie va constamment en diminuant depuis quelques années. Celle du Colorado et d'autres territoires (l'Idaho, le Montana, etc.) vient de rétablir l'équilibre.

Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler ici les dernières paroles prononcées par le Président Lincoln au sujet des mines de métaux précieux du grand Ouest américain : « *Les États-Unis sont le trésor du globe.* »

Il est juste aussi de remarquer en finissant que c'est le Colorado qui, à l'Exposition internationale de 1867, à Paris, a remporté une des grandes médailles d'or données aux produits minéraux.

Cette communication amène quelques observations de M. Marcou, qui dessine sur le tableau une coupe géologique des montagnes Rocheuses prise par 35° de latitude septentrionale.

M. Tombeck fait les deux communications suivantes :

Note sur le terrain portlandien de la Haute-Marne ; par M. Tombeck.

Dans la note que j'ai eu l'honneur de présenter à la Société dans la séance du 17 janvier 1867, à propos du travail de M. Pellat sur les terrains portlandiens du Boulonnais, j'établissais, ainsi que M. Pellat l'avait avancé lui-même :

1° Que le terrain portlandien inférieur de la Haute-Marne (calcaires lithographiques, marnes et calcaires compactes) correspond, par l'ensemble aussi bien que par la succession de ses fossiles, à la partie inférieure du portlandien de Boulogne (couches à *Ammonites gigas* et à *Trigonia Pellati*);

2° Que le portlandien moyen de la Haute-Marne (calcaires cariés, calcaires gris verdâtres inférieurs et calcaires tubuleux) représente au point de vue stratigraphique comme au point de vue paléontologique, la partie supérieure du portlandien inférieur de Boulogne (niveau de Terlinchthun, couches à *Natica Marcousana*);

3° Enfin, que le portlandien supérieur de la Haute-Marne (oolithe vacuolaire et bancs verts supérieurs) où les fossiles sont rares, sinon comme échantillons, au moins comme espèces, correspond probablement au portlandien supérieur de Boulogne, bien que M. Hébert et M. de Loriol inclinent à y voir le représentant des Purbeck-beds.

Il résulte de là que le portlandien moyen de Boulogne et peut-être le portlandien supérieur manqueraient complétement

dans l'Est, ou n'y auraient pour équivalents que des roches variables de constitution et d'aspect, et absolument sans fossiles.

A ces premières indications je dois ajouter que, depuis ma note, j'ai pu, sur plusieurs points, et notamment entre Dommartin-le-Franc et Morancourt, constater immédiatement au-dessus des calcaires tubuleux, une couche de 50 centimètres de conglomérat, ou mieux de véritables cailloux roulés, surmontée d'une couche de même épaisseur de détritus de coquilles tout à fait indéterminables. A Sommelonne, au contraire, le premier banc d'oolithe vacuolaire repose immédiatement sur le calcaire tubuleux, tandis qu'à Wassy et à Roche-sur-Marne, entre le calcaire tubuleux et l'oolithe vacuolaire, on trouve une assez grande épaisseur de couches ou compactes ou schistoïdes, ou même cristallines. — Il y a donc là la preuve, sinon d'une émersion complète du sol de la Haute-Marne après le dépôt du calcaire tubuleux, au moins d'une interruption dans les dépôts réguliers et de mouvements désordonnés des eaux. On s'explique ainsi que, tandis que la faune portlandienne continuait son évolution dans le Boulonnais, elle avait déjà cessé d'exister dans l'Est, et de là la lacune signalée dans cette dernière région.

On voit aussi par là, que c'est bien au-dessus du calcaire tubuleux que l'on doit arrêter le portlandien moyen dans l'est la France, contrairement à l'opinion de MM. Buvignier et Cornuel, qui rattachaient cette assise à l'oolithe vacuolaire et aux bancs verts supérieurs; et cela concorde avec cet autre fait déjà signalé dans ma première note, que les calcaires tubuleux et les bancs verts inférieurs se relient bien plus par leurs fossiles aux couches sous-jacentes qu'à l'oolithe vacuolaire et aux bancs verts supérieurs.

J'ajouterai encore que si, d'ordinaire, on ne trouve dans l'oolithe et les couches où elle est intercalée que les six fossiles décrits par M. Cornuel, *Cyrena fossulata*, *Mytilus subreniformis*, *Avicula subrhomboidalis*, *Pholadomya parvula*, etc., dans une course récente il m'a été donné d'y recueillir avec la *Cyprina fossulata*, un grand Mytile, une Trigonie, un Cérithe, une Natice. Si l'on y joint l'*Ostrea spiralis* et la *Gervillia linearis*, que j'ai déjà citées dans ma première note, et les fossiles marins que cite M. Buvignier, il faudra bien admettre que les couches de ce niveau sont un dépôt franchement marin, et qu'il n'est guère possible de les assimiler au Purbeck.

Note sur les terrains coralliens et kimméridiens de la Haute-Marne; par M. Tombeck.

Les terrains kimméridiens et coralliens de la Haute-Marne sont connus par deux notes de M. E. Royer, présentées à la Société en 1845 et 1851, par les comptes rendus de la réunion extraordinaire tenue aux environs de Joinville, en 1856, et enfin par la notice explicative de la carte géologique de la Haute-Marne de MM. Royer et Barotte.

Mais d'une part les notes de M. Royer, quant à la partie purement descriptive, sont très-succinctes, et les listes de fossiles qu'elles donnent sont déjà anciennes. D'autre part, l'étude de la Société en 1856 a été forcément locale et restreinte, et les fossiles indiqués au compte rendu pour chaque niveau sont trop peu nombreux pour permettre aucune comparaison avec d'autres contrées. De plus, la Société n'a pas étendu son étude au terrain kimméridien.

Quant à la notice qui accompagne la carte géologique de MM. Royer et Barotte, elle est aussi très-succincte, et ne donne aucune liste de fossiles.

J'ai donc cru opportun, à l'instant où MM. Pellat et Michelot viennent de faire à la Société leurs communications si intéressantes sur les terrains coralliens du Boulonnais, de rapprocher de leurs descriptions celle du terrain corallien de la Haute-Marne, qui, ainsi que l'a déjà remarqué M. Pellat, a avec celui du Boulonnais de si grandes affiinités.

J'y ai joint la description du terrain kimméridien, en sorte que cette note est la suite et le complément de ma note du 17 janvier 1867.

ÉTAGE CORALLIEN.

L'étage corallien se décompose dans la Haute-Marne en quatre sous-étages distincts : 1° *les couches à Cidaris florigemma;* 2° *l'oolithe de Doulaincourt;* 3° *le Corallien compacte*; 4° enfin *l'oolithe de Lamothe-en-Blaizy.*

1° *Couches à Cidaris florigemma.* — Elles sont formées de calcaires grumeleux grisâtres, que le temps seul et les agents atmosphériques parviennent à désagréger, et qui deviennent plus ou moins marneux à la base. On les voit s'élever sur les marnes oxfordiennes à *Ostrea dilatata*, à Roche-sur-Rognon,

Briaucourt, Chassigny, etc. Ces calcaires grumeleux, qui forment par places des escarpements au-dessus des côtes qu'ils surmontent, ne peuvent être mieux comparés qu'à d'anciens récifs où abondent les polypiers, les oursins, les brachiopodes, les Encrines, etc., et où, en revanche, on ne trouve aucune trace de céphalopodes. Les principaux fossiles de ce niveau sont :

Pecten subarticulatus (d'Orb.)
— *Moreanus* (Buv.)
Waldheimia delemontiana (Opp.)
Megerlia pectunculus, Megerlia Fleuriausana.
Rhynchonella inconstans (d'Orb.)
Terebratula insignis (Schub.)
Terebratula Richardiana (d'Orb.)
Glypticus hieroglyphicus.
Cidaris florigemma.
Pseudodiadema subangulatum.
Hemicidaris crenularis (Ag.)
Stomechinus lineatus, etc.

L'épaisseur des calcaires grumeleux dépasse 40 mètres sur certains points.

2° *Oolithe de Doulaincourt.* — Cette oolithe, d'un blanc crayeux et d'une stratification confuse comme il convient à un dépôt littoral, est tantôt à grain fin et serré, et alors elle est exploitée comme pierre de taille; tantôt les grains qui la composent sont gros et irréguliers, et, sans leur nature pisolithique, on les prendrait pour des cailloux roulés; tantôt enfin les Dicérates et autres fossiles y sont tellement abondants que la masse en est en quelque sorte pétrie tout entière. Les localités les plus belles pour l'étude de ce niveau sont les falaises qui bordent la route de Doulaincourt à Andelot, de part et d'autre de Doulaincourt. On peut aussi l'étudier dans la falaise de Bettaincourt et à la ferme du Heu.

A Bettaincourt, ses assises supérieuses alternent avec des bancs plus on moins épais de calcaires compactes régulièrement stratifiés, et elles s'y terminent par un lit d'oolithe grossière, de 1 mètre d'épaisseur, pétrie de Cérithes, et que M. Hébert, qui l'a étudiée, compare à la couche à gastéropodes de Saint-Mihiel.

L'épaisseur totale de l'oolithe de Doulaincourt peut, sur certains points, aller jusqu'à 80 mètres. Parmi les nombreux fossiles qu'on y trouve, je citerai :

Nerita canalifera (Buv.)
Natica hemisphærica (d'Orb.)
Nerinæa contorta (Buv.)
— *castor* (d'Orb.)
— *depressa* (d'Orb.)
— *Crithea* (d'Orb.)
Chemnitzia Cæcilia (d'Orb.)
Purpura Moreana (d'Orb.)
Acteonina Dormoisiana (d'Orb.)
Diceras arietina (Lamk.)

Diceras sinistra (Desh.)	*Cardium septiferum* (Buv.)
Mytilus petasus (d'Orb.)	*Terebratula insignis* (Schub.)
Ostrea solitaria (Sow.)	*Cidaris florigemma.*
Cardium corallinum (Buv.)	*Hemicidaris crenularis* (Ag.)

Et de *nombreuses espèces de polypiers.*

Les deux étages que je viens de décrire ne sont pas constants. Déjà à Vouécourt, à peu de distance du point où l'oolithe a son développement maximum, elle est considérablement réduite, et, sur l'autre rive de la Marne, l'oolithe et les calcaires à *Cidaris florigemma* manquent complétement. Il en est de même dans tout l'ouest du département.

Je dois ajouter que M. Royer, dans ses notes précédemment citées, décrit une marne bleuâtre sans fossiles qu'il donne comme synchronique de la couche à *Cidaris florigemma* et de l'oolithe de Doulaincourt. — Cette même marne est désignée dans la carte géologique de la Haute-Marne de MM. Royer et Barotte sous le nom de *corallien marneux*, et indiquée comme supérieure à l'oolithe.

J'ai vu le *corallien marneux* sur plusieurs points, et notamment dans le chemin creux qui mène de Vouécourt à la ferme du Heu. Là, tandis que dans la partie supérieure du ravin on voit le corallien compacte, que nous décrirons plus loin, présenter à peine quelques lits de marne calcaire, et alterner à sa base avec les dernières couches de l'oolithe corallienne, dans la région ouest du ravin, au-dessus des vignes du village, on voit le même corallien compacte se transformer à sa base en une véritable marne bleue, où les fossiles sont rares, et qui n'est autre chose que le corallien marneux de MM. Royer et Barotte. — Ces marnes reposent elles-mêmes sur l'oolithe corallienne. On doit donc les regarder, non comme l'équivalent de l'oolithe et des couches à *Cidaris florigemma*, ainsi que le pensait d'abord M. Royer, mais comme une modification latérale, un simple faciès marneux du *corallien compacte.*

Cependant dans les régions où l'oolithe et les couches à *Cidaris florigemma* manquent complétement, à Maranville, par exemple, à Villars, etc., peut-être ne serait-il pas téméraire d'admettre que les marnes se déposaient déjà, quand ces couches se déposaient ailleurs. Ces marnes, ou plutôt leurs premières assises, représenteraient alors le dépôt effectué dans la haute mer dont la couche à *Cidaris florigemma* et l'oolithe constitueraient le dépôt littoral.

3° *Corallien compacte.* — Ce sous-étage qui est la partie con-

stante du corallien de la Haute-Marne est composé d'assises très-variées. Tantôt il est formé de calcaires grisâtres ou jaunâtres, presque lithographiques comme à Saucourt, d'autres fois, ces calcaires deviennent marneux et friables comme à Vouécourt et à Villers-sur-Marne, et alors ils sont pétris de fossiles. A plusieurs niveaux on y trouve des bancs de calcaire suboolithique, et parmi ces derniers il faut citer un banc très-constant d'oolithe roussâtre qui en occupe la partie moyenne, et que MM. Royer et Barotte ont appelé l'oolithe de Saucourt. Enfin, on y trouve parfois des bancs de marne schistoïde. — L'épaisseur de toutes ces couches, sur certains points, dépasse 50 mètres.

Ce qui distingue surtout les fossiles de ce niveau, c'est leur aspect kimméridien. Pourtant, avec un peu d'attention on arrive à reconnaître qu'ils diffèrent des fossiles analogues de l'étage kimméridien.

Ainsi, une grande Céromye, voisine de la *Ceromya excentrica*, en diffère en ce que ses côtes sont plus serrées et présentent un sinus qui n'existe pas dans l'autre.

Une Céromye plus petite rappelle la *Ceromya obovata*, mais s'en distingue par ses crochets plus longs et plus recourbés, et par sa forme moins globuleuse.

Un Mytile voisin du *Mytilus Medus*, en diffère en ce qu'il est moins long et plus recourbé; ses ornements présentent d'ailleurs des différences notables. Il se rapproche bien plus d'un grand Mytile plissé du corallien supérieur de Maranville.

Une Trigonie, voisine de la *Trigonia Baylei*, est moins allongée, et ses côtes crêtées sont plus grêles et plus espacées. Elle ressemblerait plutôt à une Trigonie oxfordienne de Vieil-Saint-Remy.

Une Térébratule, qu'on pourrait confondre avec la *Terebratula humeralis*, est plus large et moins bombée.

Enfin, une grande Huître plate pourrait être au premier abord prise pour l'*Ostrea deltoidea;* mais la forme de son crochet et la position de son impression musculaire suffisent pour l'en distinguer. C'est probablement l'espèce que M. Pellat a rencontrée à un niveau analogue à Boulogne, et qu'il a appelée *Ostrea subdeltoidea*.

Des différences pareilles s'observent entre une grande Nérinée et un Ptérocère du corallien compacte de Vouécourt et les fossiles analogues de l'étage kimméridien.

A côté de ces fossiles, et au milieu de beaucoup de fossiles

spéciaux à ce niveau, il faut citer dans le corallien compacte des fossiles notoirement coralliens, tels que

Terebratula insignis (Sch.)
Rhynchonella inconstans (d'Orb.)
Rhynchonella corallina.
Cidaris florigemma, etc.
Glypticus hieroglyphicus.

et d'autres qui se retrouvent réellement dans l'étage kimméridien, mais qui sont partout communs à l'étage corallien et à l'étage kimméridien, tels que

Ostrea solitaria (Sow.)
Mytilus subpectinatus (d'Orb.)
Pinnigena Saussurii, etc.

Il n'y a donc aucune raison pour distraire les couches dont nous nous occupons de l'étage corallien, et pour les rattacher à la partie inférieure de l'étage kimméridien, lors même qu'on n'y serait pas conduit par la nature franchement corallienne du sous-étage qui vient au-dessus.

4° *Oolithe de Lamothe.* — Cette assise, qui termine l'étage corallien de la Haute-Marne, atteint son maximum de développement (8 à 10^{m}) dans la vallée de la Haute-Blaise, à Curmont, à Lamothe-en-Blaizy, à La Chapelle-en-Blaizy, etc. Certains bancs en sont composés d'oolithe à gros grains à peine agglutinés, et sont pétris de fossiles, roulés pour la plupart. D'autres bancs, formés d'oolithe à grains fins, sont exploités comme pierre de taille. Ailleurs, comme dans la vallée de la Marne et celle du Rognon, cette oolithe devient subcompacte; néanmoins, on la retrouve toujours au-dessous du calcaire à Astartes, notamment à Bettaincourt, où elle renferme, comme à Lamothe, de nombreuses Nérinées.

Parmi les fossiles de ce niveau, il faut citer :

Nerinæa Mariæ (d'Orb.)
— *Desvoydii* (d'Orb.)
— *Moreana* (d'Orb.)
Orthostoma giganteum (Buv.)
Rhynchonella inconstans (d'Orb.)
Lima rupellensis (d'Orb.)
Ostrea solitaria (Sow.)
Ostrea Moreana (Buv.)
Cardium corallinum (Buv.)
Diceras arietina? (Lmk.)
Pinnigena Saussurii (d'Orb.)
Trigonia Meriani (Ag.)
— (voisine de la *T. gibbosa.*)
Apiocrinus Royssyanus.

ÉTAGE KIMMÉRIDIEN.

L'étage kimméridien de la Haute-Marne peut être subdivisé en trois sous-étages : 1° le sous-étage inférieur ou *des calcaires*

à Astartes; 2° le sous-étage moyen ou *des marnes et calcaires à Céromyes;* 3° le sous-étage supérieur ou *marnes à Gryphées virgules.*

1° *Calcaire à Astartes.* — Ce sous-étage, que l'on a appelé ailleurs l'*Étage séquanien*, en y joignant, sans doute à tort, quelques couches coralliennes ou kimméridiennes, n'a guère dans la Haute-Marne que 12 à 15 mètres de puissance. Il se compose de calcaires blancs jaunâtres, tantôt compactes, tantôt plus ou moins marneux. On peut l'étudier notamment à Curmont, à Donjeux, à Harméville. Ce qui le caractérise surtout, c'est l'extrême abondance, dans ses lits marneux, d'une variété de la *Terebratula subsella* et d'une petite Térébratule connue sous le nom de *Terebratula humeralis.* On y trouve aussi, plus rarement, une grande Huître deltoïde, mais qui paraît distincte de la véritable *Ostrea deltoidea.*

Les principaux fossiles que j'ai recueillis à ce niveau sont, outre ceux que je viens de citer :

Ammonites Achilles (d'Orb.)
Nerinœa Gosæ.
Natica hemispherica (d'Orb.)
Rhynchonella.
Diceras.
Cardium corallinum (Buv.)
Ostrea solitaria (Sow.)
— *bruntrutana* (d'Orb.)
Mytilus subpectinatus (d'Orb.)
Pinnigena Saussurii (d'Orb.)
Pinna granulata.
Pholadomya Protei (Def.)
Pygurus Royerianus (Cott.)
Hemicidaris.
Holectypus.
Pseudodiadema.

On voit par cette liste, que le calcaire à Astartes se rattache bien plus au terrain kimméridien qu'au terrain corallien. Il est vrai qu'en le limitant, comme je le fais, à une couche de marne jaunâtre grenue où abonde le *Pygurus Royerianus*, et que surmontent immédiatement les premières assises du kimméridien moyen, avec leurs Ptérocères et leurs Céromyes, *je n'ai jamais trouvé de Gryphées virgules dans le calcaire à Astartes.* Mais la présence, dans ce calcaire, de la *Terebratula subsella*, de la *Terebratula humeralis*, de la *Pinna granulata*, etc., en font réellement un membre du terrain kimméridien, contrairement à l'opinion de MM. Royer et Barotte, que la présence des Dicérates et du *Cardium corallinum* avait portés à le rattacher au terrain corallien.

Du reste, le calcaire à Astartes de la Haute-Marne a la plus grande analogie, quant à la faune, avec le kimméridien inférieur du Havre que personne n'essaye de rattacher à l'étage corallien.

2° *Kimméridien moyen.* — Ce niveau, caractérisé principalement par les Céromyes, commence, immédiatement au-dessus du calcaire à Astartes, par une assise de calcaire blanc, compacte et presque lithographique, rempli de *Ceromya excentrica*, d'*Ostrea solitaria* et de Ptérocères, et où apparaît pour la première fois l'*Ostrea virgula*. Ce calcaire est surmonté par une très-grande épaisseur (50 à 60^{m}) de marnes et de calcaires marneux, alternant avec des calcaires plus ou moins compactes. C'est la masse principale du terrain kimméridien. On peut l'observer à Donjeux sur la rive gauche de la Marne, à Fronville, à Harméville, etc.

Les principaux fossiles de ce niveau, sont :

Ammonites orthocera (d'Orb.)
— *Cymodoce* (d'Orb.)
Aptychus lævis-latus (Dolf.)
Pterocera.
Pseudomelania gigantea (de Lor.)
Ostrea virgula (d'Orb.)
— *solitaria* (d'Orb.)
— *bruntrutana* d'Orb.)
Pecten Dyonisius.
Gervillia kimmeridiensis (d'Orb.)
Trigonia muricata.
Trigonia papillata.
Area texta.
Lavignon rugosa (d'Orb.)
Thracia suprajurensis (Desh.)
Ceromya excentrica (d'Orb.)
— *obovata* (d'Orb.)
Pholadomya hortulana.
— *Protei* (Defr.)
— *acuticosta* (Sow.).
Rhabdocidaris Orbignyana (Cott.)
Disaster granulosus.

3° *Kimméridien supérieur.* Ce niveau, qu'on peut étudier à Rupt, à Pancey, à Donjeux, etc., est composé de marnes et d'argiles plus ou moins fossiles, dont l'épaisseur peut aller jusqu'à 25 mètres.

Ces marnes qui, à la partie supérieure, alternent avec des calcaires marneux, viennent se terminer à l'assise de calcaire lithographique qui forme la base de l'étage portlandien, ainsi qu'on peut le reconnaître dans les carrières du village de Rupt, près Joinville.

Beaucoup de fossiles rattachent ce sous-étage au précédent :

Ostrea virgula (d'Orb.)
— *bruntrutana* (d'Orb.)
— *solitaria* (d'Orb.)
Pecten Dyonisius.
Lavignon rugosa (d'Orb.)
Thracia suprajurensis (Desh.)
Gervillia kimmeridiensis (d'Orb.)
Pholadomya acuticosta (Sow.)
— *Protei* (Defr.), etc.

Néanmoins il s'en distingue par un grand nombre de fossiles spéciaux. Ainsi ce n'est qu'à ce niveau que j'ai trouvé l'*Ammo-*

nites longispina, tandis que l'*Ammonites orthocera* caractérise principalement le précédent. De même, ici l'on trouve la *Trigonia suevica* inconnue auparavant, tandis que les *Trigonia muricata* et *papillata* disparaissent complétement. De même enfin, les Céromyes, abondantes dans le sous-étage précédent, ne m'ont fourni aucun exemplaire dans celui-ci.

Mais la grande masse des fossiles de ce niveau se compose principalement d'espèces inédites, parmi lesquelles plusieurs Ammonites, et d'un assez grand nombre de gastéropodes et d'acéphales.

M. Hébert n'admet pas la transformation latérale de l'oolithe corallienne en marne; conduit à Soncourt par M. Royer lui-même, il n'a rien observé de semblable, et, jusqu'à présent, la zone à *Cidaris florigemma* lui a paru ne faire défaut nulle part.

Après quelques remarques de MM. Marcou et Levallois, M. de Lapparent demande si l'oolithe à Nérinées de la Haute-Marne ne serait pas identique avec celle du Boulonnais, qui est manifestement séquanienne, et avec celle de Saint-Ylie, que M. Jourdy rattache au même horizon.

M. Tombeck répond qu'il ne croit pas devoir la séparer du corallien.

Le Secrétaire communique la note suivante :

La formation zancléenne, ou recherches sur une nouvelle formation tertiaire; par M. J. Seguenza.

Les nombreuses couches tertiaires qui reposent directement sur les roches cristallines des deux versants de la chaîne des monts Péloritains (Sicile) constituent plusieurs formations bien distinctes entre elles par tous leurs caractères géognostiques. A la partie supérieure, ce sont tantôt des couches sableuses contemporaines, s'élevant à peu de mètres au-dessus du niveau de la mer, et renfermant de nombreux restes d'animaux, dont les analogues vivent encore dans les eaux voisines; ailleurs c'est un terrain de transport, d'une élévation considérable, et

rappelant par sa couleur rouge-brune le lœss du centre de l'Europe.

Au-dessous de ces roches, on trouve des conglomérats, des sables, ou des grès quartzeux et calcaires, de l'époque quaternaire, fort élevés au-dessus du niveau de la mer. Les fossiles que ces roches contiennent sont des espèces vivant actuellement dans la Méditerranée et des espèces qui ne se trouvent plus dans cette mer, ou qui sont absolument perdues.

Cette formation aux environs de Messine est caractérisée par l'abondance considérable des *Pecten* (1).

Sur le versant oriental des montagnes Péloritaines, au-dessous des roches quaternaires, il existe des couches calcaires presque entièrement formées d'une immense quantité de restes de brachiopodes (2). Ces roches appartiennent à l'étage supérieur de la série tertiaire.

Sur le versant occidental des mêmes montagnes la roche calcaire est remplacée par de puissants dépôts de sables jaunes, au-dessous desquels on trouve les argiles bleues subapennines. L'ensemble de ces couches constitue la formation pliocène de la province de Messine se montrant bien caractérisée et parfaitement semblable aux roches du même horizon qui se trouvent sur les côtes des Apennins dans plusieurs contrées de l'Italie, comme aux environs d'Asti, de Livourne, de Bologne, de Plaisance, de Sienne, sur le mont Mario, à Palerme, etc. Cette ressemblance est remarquable non-seulement sous le rapport lithologique et stratigraphique, mais aussi au point de vue des caractères paléontologiques.

Au-dessous des couches calcaires ou argileuses que nous venons de rappeler, il existe une formation calcaréo-marneuse, partout uniforme, comprenant plusieurs assises différentes, et toujours caractérisée par les mêmes fossiles.

C'est bien cette formation qui réclame de notre part une considération spéciale, parce qu'elle se distingue entièrement des formations qui la comprennent, et qu'elle renferme en outre une faune tertiaire très-remarquable par le grand nombre d'espèces absolument nouvelles ou particulières aux pro-

---

(1) Consulter le catalogue complet des fossiles quaternaires du Messinais : *Notizie succinte intorno alla costituzione geologica dei terreni terziarii del distretto di Messina*. G. Seguenza. Messina, 1862.

(2) V. *Notizie succinte*, etc.

vinces de Messine et des Calabres, où ce même terrain se montre fort développé.

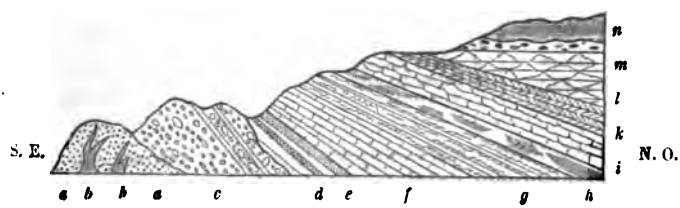
Cette formation se compose, à la partie supérieure, de marnes sableuses jaunâtres, au milieu, de calcaires à polypiers, et, à la base, de marnes blanches, très-riches en foraminifères.

La stratification, quoiqu'elle soit moins inclinée, en est généralement concordante avec la stratification du miocène qui existe au-dessous, représenté par des mollasses et des argiles renfermant des fossiles bien caractéristiques du miocène supérieur, parmi lesquels nous citerons les suivants comme étant les plus remarquables : *Rhinoceros*, *Hippopotamus*, *Sus chœroides*, *Carcharodon megalodon*, *Lamna crassidens*, *Otodus sulcatus*, *Balanus tintinnabulum*, etc., etc. (1)

La coupe théorique (fig. 1) suffit pour qu'on se fasse une idée de la succession des couches tertiaires que l'on rencontre dans le versant oriental des montagnes Péloritaines.

Fig. 1.

Coupe théorique des terrains tertiaires du versant oriental des monts Péloritains (Gravitelli, près de Messine).



T. cristallins. { *a* Gneiss. *b* Filons de granite et de pegmatite.

Miocène (*Tortonien*, Mayer). { *c* Poudingues ou conglomérats de cailloux cristallins avec des couches de grès. *d* Argiles lacustres avec des bancs de lignite. *e* Argiles marines. *f* Sables.

Pliocène. { *Zanclèen* { *g* Marnes à foraminifères alternant à la partie inférieure avec des couches de sables. *h* Calcaire à polypiers et à brachiopodes. *i* Marnes sableuses très-riches en brachiopodes et en foraminifères. *Astien.* { *k* Calcaire à brachiopodes.

Quaternaire. { *l* Sables et grès. *m* Conglomérat. *n* Alluvion.

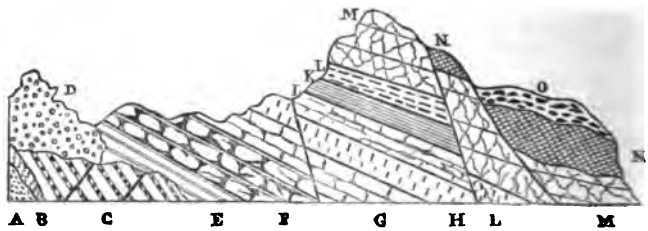
Une coupe des environs de Barcellona et de Castroreale

(1) J'ai donné des listes complètes de tous ces fossiles; mais, en raison de leur étendue, elles n'ont pu trouver place dans le *Bulletin*.

représentée par la fig. 2 montre la nature des terrains tertiaires du versant occidental de ces montagnes.

Fig. 2.

Coupe théorique des terrains tertiaires du versant occidental des monts Péloritains (Barcellona, province de Messine).



	A	Gneiss.
	B	Calcaire cristallin.
Crétacé. . . .	C	Argiles calcaires et marnes en couches alternantes.
Miocène (*Tortonien.*)	D	Poudingues.
	E	Sables et argiles en couches alternantes.
	F	Mollasses.
Pliocène (*Zanclèen.*)	G	Marnes à foraminifères.
	H	Calcaires marneux.
	I	Marnes sableuses.
Pliocène — Plaisancien.	K	Argiles.
	L	Calcaire grossier.
Pliocène — *Astien.*	M	Sables jaunes.
Quaternaire.	N	Sables ou grès.
	O	Alluvions.

Les caractères géognostiques que nous venons de reconnaître déterminent précisément la place stratigraphique qui convient à la formation calcaréo-marneuse dont nous nous occupons; elle est comprise entre le miocène supérieur (*tortonien*, Mayer) et le pliocène (*plaisancien* et *astien*, Mayer); cependant par ses caractères géognostiques et par la faune qui la caractérise elle doit être regardée comme une époque bien distincte parmi les terrains tertiaires.

Les couches dont ce terrain se compose consistent à leur partie inférieure en marnes très-développées, au milieu, en calcaire plus ou moins grossier, compacte ou marneux, et, à leur partie supérieure, en marnes souvent sableuses. Cette division, ainsi établie selon les caractères lithologiques, est également appuyée sur des considérations paléontologiques. En effet chaque étage offre ses espèces particulières de fossiles, et dans chaque étage il y a des classes qui s'y trouvent habituellement avec plus d'abondance. Ainsi les marnes supérieures sont

riches en brachiopodes et en foraminifères, le calcaire se distingue par de nombreux coraux, et les marnes inférieures sont caractérisées par une grande abondance et une grande variété de rhizopodes, et par la rareté d'autres espèces de fossiles. Cependant toutes les assises de cette formation calcaréo-marneuse se rattachent naturellement entre elles par leur stratification concordante, par la prédominance du carbonate de chaux et surtout par le grand nombre de fossiles identiques que l'on y trouve. Elles constituent donc par l'ensemble de leurs caractères géognostiques un groupe bien caractérisé et tout à fait distinct de la formation *plaisancienne* ainsi que de la formation *tortonienne* qui le comprennent.

Pour connaître les relations stratigraphiques et paléontologiques des divers membres de la série tertiaire de la province de Messine, il suffit de visiter une de ses vallées transversales, soit du côté de l'orient, depuis le lieu appelé *Annunziata*, jusqu'à l'autre nommé *Lardaria*, soit du côté opposé entre les Masse et Barcellona. Du reste nous allons indiquer quelques lieux où l'on peut observer le plus facilement la série entière tout à fait découverte.

La vallée de Gravitelli, située sur le versant oriental de la chaîne Péloritaine, mérite, par préférence, d'être signalée. En la parcourant de bas en haut on y rencontre, des deux côtés, d'abord des collines formées de roches cristallines (gneiss avec des veines de pegmatite) sans aucun autre terrain superposé. Plus avant, la vallée se resserre, puis elle s'ouvre considérablement pour former un bassin irrégulièrement circulaire, et en amont elle se rétrécit encore une fois et devient très-étroite. Près du premier rétrécissement on voit des collines fort escarpées formant une série isolée des autres montagnes qui environnent le bassin de la vallée; cette disposition annonce déjà la différence qui existe entre les roches dont ces masses sont composées. En effet, ces collines sont formées d'un poudingue à ciment presque sableux, composé de fragments de gneiss, de pegmatite rouge et blanche, de granite, etc., sans aucune trace de restes organiques, tandis que là, où la vallée s'élargit, on rencontre successivement plusieurs étages, que nous rappellerons suivant leur ordre topographique et stratigraphique.

Au poudingue font suite les argiles lacustres avec des couches puissantes de lignites, renfermant des restes de *Sus chœroides*, de *Rhinoceros* et d'*Hippopotamus;* puis on voit les argiles

marines, avec de rares fossiles, et enfin une puissante formation de sables sans fossiles. L'ensemble de ces couches représente le tortonien.

Dans le même lieu on trouve les sables miocènes recouverts par tous les autres membres de la série, jusqu'à l'alluvion ancienne, qui couronne les collines situées à l'entour de la partie élargie de la vallée. Ici on trouve la formation calcaréo-marneuse, composée à sa partie inférieure de couches de marnes blanches à foraminifères, alternant en bas avec des lits de sables; puis on voit le calcaire à polypiers, les marnes jaunâtres, sableuses et riches en foraminifères et en plusieurs autres fossiles.

Au-dessus de ces derniers lits, il existe un calcaire presque entièrement formé d'une infinité de coquilles de *Terebratula*, de *Terebratulina*, de *Waldheimia*, de *Megerlia*, d'*Argiope*, etc.

C'est évidemment le vrai pliocène; cependant il serait difficile de tracer une ligne de démarcation entre les strates qui représenteraient le plaisancien et celles qui formeraient l'astien.

Ensuite on rencontre les sables quaternaires, en lits horizontaux et avec peu de fossiles, un conglomérat marin, et enfin une alluvion composée de cailloux roulés réunis par une roche argileuse, rouge-brune, qui ressemble au lœss du milieu de l'Europe.

Toutes les assises que l'on rencontre dans cette vallée, suivant l'ordre avec lequel nous venons d'en parler, se montrent aussi plus en avant, si l'on continue de parcourir la vallée, toujours dans le même sens; mais on les trouve dans un ordre inverse par rapport aux premières. On se rend compte aisément de cette inversion, si l'on observe que, l'ensemble de ces couches étant sensiblement concave, le plan de la vallée coupe deux fois les mêmes assises dans deux endroits différents. A cause de cela on rencontre dans la direction du N. E. au S. O. des roches quaternaires, des strates pliocènes, la formation calcaréo-marneuse, le tortonien, puis encore des collines de poudingue isolées, et enfin les terrains azoïques.

Dans une autre vallée, nommée San-Filippo, depuis la partie la plus basse on trouve la formation calcaréo-marneuse bien développée et affleurant à la surface du sol.

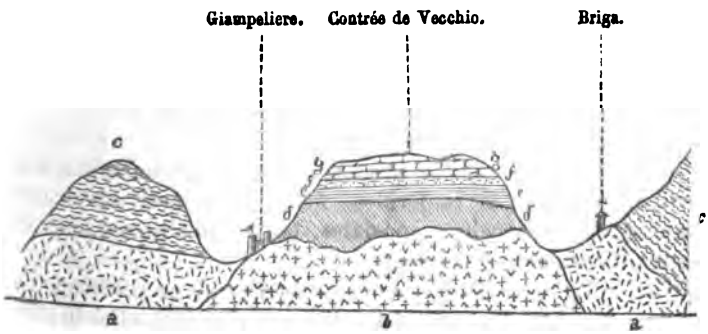
Plus en haut elle surmonte le miocène sableux qui couvre des lambeaux de poudingue; enfin, au fond de la vallée et sur les collines environnantes, c'est le pliocène qui se montre fort

développé. Il se compose toujours, à sa partie inférieure, d'une infinité de brachiopodes et de plusieurs polypiers, formant un calcaire grossier; au milieu il y a une assise à *Terebratula ampulla*, peu marneuse, qui sépare le calcaire des couches sableuses moins riches en palliobranches, existant au-dessus. On peut regarder, selon nous, cette assise à *Terebratula ampulla* comme étant le dernier lit du plaisancien, et faisant distinguer celui-ci de l'astien. En effet, dans le Piémont, c'est une couche calcaire renfermant avec abondance la *Terebratula ampulla*, qui forme presque partout la ligne de démarcation entre les argiles et les sables du pliocène. (1).

A quelque distance de la ville de Messine, vers le côté du sud, où il ne règne que la formation azoïque, et précisément sur les collines situées entre Giampeliere et Briga, on retrouve la formation calcaréo-marneuse dans un lambeau tout à fait isolé, reposant directement sur une roche granitique et recouvert par le pliocène et par le quaternaire, ainsi que nous l'avons représenté dans la coupe théorique (fig. 3).

Fig. 3.

Coupe théorique des terrains entre Giampeliere et Briga (province de Messine).



a Gneiss.
b Granite.
c Phyllade.
d Calcaire zancléen à polypiers.
e Marnes jaunâtres de la formation zancléenne.
f Calcaire astien.
g Grès et sables quaternaires.

(1) V. *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XXII; Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional, par M. le marquis Pareto, p. 241.

Quant au versant occidental des montagnes Péloritaines, il présente partout des localités remarquables au point de vue de notre étude. Dans la contrée qui forme les environs des villages *Masse* et *Castanea*, la formation calcaréo-marneuse se montre partout à découvert, reposant sur les mollasses et les argiles miocènes, composée, à la base, de marnes blanches, alternant avec des sables et se terminant par un calcaire tendre blanc ou rougeâtre, sans fossiles, et n'ayant au-dessus aucune des couches plus récentes.

On peut observer aussi toutes les couches tertiaires dans la route de Messine à *Barcellona*. Après avoir marché assez longtemps sur des terrains azoïques, on y rencontre d'abord le poudingue, s'étendant beaucoup jusqu'à la *Locanda Colonna*. Ici l'on trouve des argiles à lignites et ensuite des mollasses, sur la partie supérieure desquelles il y a des bancs puissants de gypse cristallin et d'albâtre.

Plus loin on voit des marnes blanches et du calcaire tendre s'étendant jusqu'au village *Gesso*.

Il faut remarquer cependant que jusqu'à ce point de la série on ne trouve aucune trace de fossiles. Il se présente ensuite des marnes jaunâtres, assez sableuses, presque entièrement formées de foraminifères; au-dessus, existe le calcaire pliocène à *Terebratula*, suivi à son tour par des couches quaternaires.

Nous allons maintenant signaler les environs de Rometta où il existe des mollasses miocènes et des marnes jaunâtres, très-riches en fossiles. Ici, toutes les assises de la formation tertiaire se montrent superposées les unes aux autres lorsqu'on se rend de la vallée *Saponara* à *Rometta*.

Près de *Sampiero* et de *Monforte* les mollasses miocènes sont fort développées et renferment des fossiles avec abondance dans quelques localités spéciales, tandis qu'ailleurs elles en sont entièrement dépourvues.

Aux environs de *Barcellona* et de *Castroreale* on remarque un grand changement dans la nature des roches. En effet le pliocène n'est généralement formé que par le calcaire à *Terebratula;* ce sont maintenant, à la base, des strates argileuses, se montrant d'abord par petits lambeaux près des lieux nommés *Bocca*, *Gesso*, *Santa Lucia*, se développant ensuite considérablement à *Barcellona*, et s'étendant beaucoup d'ici vers l'occident. Ce terrain représente le vrai plaisancien. Au-dessus de ce terrain il existe une puissante formation de sables représentant l'astien.

Celui-ci est séparé des argiles sur lesquelles il repose par une couche calcaire sableuse à *Terebratula grandis* et à *T. ampulla* qui rappelle l'assise à *T. ampulla* du Piémont et de S. Filippo en Sicile.

Le long de la vallée où coule la rivière appelée *Longano*, on rencontre ces couches dans l'ordre chronologique. Le miocène ne fait qu'affleurer dans quelques endroits seulement; le groupe calcaréo-marneux est représenté par un calcaire tendre et par quelques marnes jaunâtres; enfin on trouve le pliocène, qui atteint un grand développement près de *Gurafi*, et l'astien et le grès quaternaire qui forment les collines de *Castroreale*. La coupe théorique (fig. 3, v. *supra*) représente la disposition de ces roches et les dislocations considérables qu'elles ont subies.

Il faut maintenant examiner si le terrain calcaréo-marneux par ses caractères géognostiques se rapproche davantage du plaisancien ou du tortonien, afin que l'on sache si, dans la classification des terrains tertiaires, il doit se rapporter au miocène ou au pliocène.

Dans des publications antérieures nous rapportions ces couches calcaréo-marneuses à la formation miocène, comme en étant les strates les plus récentes. Les raisons qui nous avaient ainsi déterminé sont les suivantes :

1° Parmi les mollusques fossiles qu'on rencontre dans ce terrain, il y a 85 p. 100 d'espèces perdues; dans le miocène supérieur des mêmes contrées, la proportion des espèces éteintes ne dépasse pas 86 p. 100, tandis qu'elle atteint à peine 36 p. 100 dans le pliocène, qui existe au-dessus du même terrain calcaire marneux;

2° En second lieu un grand nombre d'espèces et d'individus appartenant aux genres *Ceratocyathus* et *Stephanocyathus* paraissent remplacer dans ces couches la grande quantité de *Trochocyathus* que l'on rencontre dans le miocène supérieur, dans le Tortonais et le Modénais;

3° Enfin ce terrain lui-même contient entre autres plusieurs espèces de fossiles miocènes.

Cependant d'un examen plus attentif de tous les faits observés, il résulte, ce nous semble, que, de tous les caractères qui nous avaient donné cette première opinion, le premier serait le seul important, le second n'aurait que peu de valeur, et le troisième n'en aurait point, parce que ce terrain renferme en effet plus d'espèces pliocènes que de miocènes.

Ces considérations étant posées, nous allons démontrer que cette formation constitue un véritable anneau intermédiaire, un terme de transition entre le miocène et le pliocène.

Considérons d'abord les caractères géognostiques de ce terrain, par rapport aux mêmes caractères du plaisancien dont il est surmonté et du tortonien sur lequel il repose.

Le miocène généralement composé de mollasses, de sables et d'argiles, dans toute cette province,se distingue nettement et tout d'abord des marnes et des calcaires superposés qui forment le terrain dont nous nous occupons; mais il est très-difficile de distinguer les roches de ce dernier d'avec celles du pliocène, qui consistent bien souvent en calcaires éminemment fossilifères.

Dans ce cas la stratigraphie ne saurait nous révéler auquel des deux terrains qui le comprennent on doit rapporter celui que nous étudions.

En effet, dans toutes les vallées du versant oriental, et dans quelques-unes de celles du versant occidental des montagnes Péloritaines les couches calcaréo-marneuses, quoiqu'elles soient un peu moins inclinées que les roches inférieures, reposent sur les mollasses et les sables miocènes en stratification concordante; et sur ces couches calcaréo-marneuses on voit les roches plaisancien reposer également en stratification concordante.

Quant aux endroits où le miocène est tout à fait découvert, et à ceux où le groupe calcaréo-marneux n'est point surmonté du pliocène, il faut admettre, selon notre avis, que c'est là un effet de la dénudation, et non pas un véritable isolement de ces deux formations différentes.

Dans la partie la plus méridionale de la Calabre, depuis le Cap des Armes jusqu'au cap Spartivento, le miocène se montre, presque partout, surmonté par de puissants dépôts de marnes blanches et jaunâtres, exactement contemporains de la formation calcaréo-marneuse du Messinais; des bandes très-rares du pliocène recouvrent ces marnes à la *Baronia* et sur quelques autres points. C'est probablement la dénudation qui a, dans ces contrées aussi, détruit les étages les plus récents.

La coupe ci-dessous (fig. 4) représente la position stratigraphique des marnes de la vallée de Vrica et des collines d'alentour.

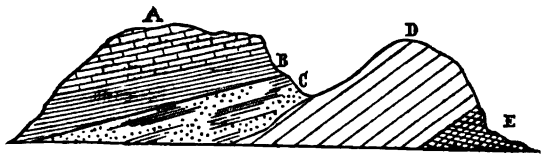
Maintenant nous allons consulter la paléontologie pour résoudre le problème que nous nous sommes proposé. C'est bien d'elle qu'il faut en attendre la solution, lorsqu'on ne

pourra pas l'obtenir de la lithologie, ni de la stratigraphie.

Afin de bien saisir les relations paléontologiques qui sont

Fig. 4.

Coupe théorique des terrains tertiaires de Bova (Calabre).



Formation zancléenne. { A Marnes blanches à foraminifères. B Marnes jaunâtres.

Formation miocène. { C Sables et grès avec de petites couches d'argile. D Argiles. E Grès.

indispensables dans la recherche que nous poursuivons, nous donnerons tout d'abord un catalogue des fossiles de la formation calcaréo-marneuse (1).

Liste des fossiles zancléens les plus communs.

Carcharodon productus.
Odontaspis dubia, etc.
Bairdia subdeltoidea.
Pollicipes carinatus.
Pachylasma giganteum.
Scalaria torulosa.
Eulimella Scillæ.
Trochus bullatus.
— marginulatus.
— Ottoi.
— filosus.
— glabratus, etc.
Murex multilamellosus.
Ranella reticularis.
Columbella costulata.
Nassa semistriata, etc.
Emarginula compressa.
Puncturella noachina.
Dentalium tetragonum.
— ovulum, etc.
Bulla convoluta, etc.
Cleodora lanceolata.
Verticordia acuticostata.
Arca aspera.
— obliqua.
— pectunculoides.
Limopsis aurita.
— Reinwardtii, etc.
Nucula Polii, etc.
Leda excisa.
— pusio.
— cuspidata, etc.
Pecten scabrellus, Lk.
Anomia sulcata, etc.

(1) Ce catalogue n'a pu être inséré en entier. La liste suivante comprend les fossiles les plus communs dans cette formation.

Terebratula vitrea.
— ampulla, etc.
Waldheimia peloritana.
— euthyra.
— Davidsonianas, etc.
Terebratulina caput serpentis.
Terebratella septata.
Morrisia anomioides.
Crisia Hornesii.
Stirechinus Scillæ.
Cidaris rosaria, etc.
Pentacrinus zancleanus.
Burgheticrinus italicus.
Isis melitensis, etc.
Caryophyllia zancleana.
— elegans.
— geniculata, etc.
Stephanocyathus elegans, etc.
Ceratocyathus communis.
— maximus.
— Scillæ.
— ponderosus.
— polymorphus, etc.
Desmophyllum crassum.
— maximum.
— elegans, etc.
Conotrochus typus.
Labellum extensum.
— messanense, etc.
Lophohelia Defrancei, etc.
Diplohelia reflexa, etc.
Balanophyllia irregularis.
Dendrophyllia cornigera.
Cœnopsammia Scillæ.
Orbulina universa, d'Orb., etc.
Lagena striata, etc.
— sulcata.
— costata.
— elongata, etc.
— Haidingeri, etc.
Fissurina simplex.
— Biancæ.
— tubulosa.
— ovata.
— radiata, etc.
Ellipsoidina ellipsoides.
Glandulina rudis, etc.
Nodosaria Mariæ.
— hispida.
— bacillum.
— spinulosa.
— annulata, etc.
Dentalina inornata.
— elegans.
— Boueana.
— urnula.
— elegantissima, etc.
Vaginulina legumen.
— badensis.
— sulcata, etc.
Marginulina regularis, etc.
Frondicularia denticulata.
— acuminata.
— lanceolata, etc.
Cristellaria cassis, etc.
Robulina ariminensis.
— cultrata.
— similis.
— imperatoria, etc.
Nonionina faba, etc.
Polystomella crispa, etc.
Rotalia Partschiana, etc.
Globigerina bulloides, etc.
Truncatulina lobulata, etc.
Anomalina badensis.
Rosalina calabra.
Clavulina communis, etc.
Textularia Partschii, etc.
Spiroloculina excavata.
— canaliculata, etc.
Biloculina clypeata.
— lunula.
— tubulosa.
— bulloides, etc.
Triloculina austriaca, etc.
Quinqueloculina Ungeriana.
— vulgaris, etc.
Sphæroidina austriaca, etc., etc.

De ces données paléontologiques il résulte :

1° Que, parmi les 504 espèces que comprendrait la liste complète des fossiles de cette formation, il y en a 289 (presque les 9/16) qui appartiennent exclusivement à la formation calcaréo-marneuse, car elles n'ont été trouvées, jusqu'à présent, ni dans les horizons des époques précédentes, ni dans ceux des époques suivantes, l'époque actuelle comprise;

2° Que, parmi les 215 espèces n'appartenant pas exclusivement à la formation dont nous occupons, il y en a 131 qui ont été retrouvées dans le tortonien de diverses contrées de l'Europe, et 153 qui font passage au plaisancien et à l'astien;

3° Enfin, que, sur 504 espèces, il ne s'en est conservé que 85 jusqu'à l'époque actuelle, presque toutes actuellement vivantes dans la Méditerranée. Donc la formation dont il s'agit renferferme à peu près 83 p. 100 d'espèces perdues.

D'après ces résultats numériques, on peut évidemment établir les conclusions suivantes :

1° La formation que nous examinons renferme une faune nombreuse dont plus de la moitié des espèces, lui appartenant exclusivement, la caractérise d'une manière nette et précise. Ce caractère, à lui seul, suffit pour distinguer cette formation des deux autres qui la comprennent.

2° Le nombre des espèces communes à ce terrain et au plaisancien dépasse celui des espèces communes au même terrain et au tortonien.

Ce fait montre que cette formation se rapproche plus des horizons pliocènes que des miocènes.

3° Par la proportion des espèces éteintes, cette formation semble plus se rapprocher de l'époque miocène que de l'époque pliocène.

En effet, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, parmi 100 espèces les proportions suivantes sont atteintes : dans le plaisancien et dans l'astien 32 mollusques, 83 polypiers; dans les couches calcaréo-marneuses, 84 mollusques, 98 polypiers; dans les argiles et les mollasses miocènes, 86 mollusques et 100 polypiers.

Cela justifie la classification dans laquelle nous avions rapproché ce terrain du tortonien.

Cependant, si l'on remarque que le nombre des espèces pliocènes qu'on y rencontre est absolument plus grand que les autres, d'autre part, que les espèces communes au même terrain et au plaisancien sont généralement très-répandues dans les roches du Messinais appartenant à ces deux horizons dis-

tincts, tandis que les espèces qui passent du tortonien messinain aux marnes et aux calcaires superposés sont généralement rares, on sera persuadé sans doute qu'il est bien plus raisonnable de rapporter ce terrain au pliocène qu'au miocène.

D'ailleurs cette conclusion est parfaitement confirmée par un fait très-important que nous allons signaler.

La différence lithologique, que nous avons déjà vue exister entre les couches du miocène messinain et celles de la formation superposée dont il est question, révèle un grand changement qui serait arrivé dans les mers mêmes où les sables et les mollasses venaient de se déposer. Dans ce changement les profondeurs de ces mers furent fortement modifiées, aussi bien que toutes les conditions d'existence des êtres qui vivaient dans ces eaux. En effet les classes de fossiles dominantes dans ces deux formations sont tout à fait diverses les unes des autres. Dans le miocène, les gastéropodes et les lamellibranches se trouvent avec abondance et constituent une faune entière, décélant la petite profondeur des mers où ces mollusques vécurent ; dans les marnes et le calcaire qui existent au-dessus, il y a une grande abondance de brachiopodes, de coralliaires et de foraminifères, qui ne se trouvent que très-rarement dans les couches miocènes et qui font connaître la profondeur considérable où se déposèrent les roches qui les renferment.

Il est très-facile de distinguer le passage du miocène au *zanclèen* par la grande différence qu'on remarque tant dans la nature des roches qui composent ces deux formations, que dans les deux faunes qu'elles contiennent ; mais il n'en est pas de même pour distinguer le passage entre le *zanclèen* et le pliocène, parce qu'il n'y a pas entre eux de différence assez remarquable. Là, au contraire, la nature minéralogique et lithologique de la roche pliocène, ainsi que l'abondance de brachiopodes et de foraminifères qu'elles contiennent, montrent évidemment que de légers changements ont eu lieu dans ces mers, lorsque les marnes jaunâtres venaient de s'y accumuler.

Sur le versant occidental des montagnes Péloritaines, le pliocène, consistant souvent en argiles bleues et en sables jaunes, présente aussi des relations sensibles avec le terrain dont il est question. En effet, dans quelques contrées les marnes jaunes faisant graduellement passage aux argiles bleues, il est difficile de déterminer la région où se terminent les unes et où commencent les autres. D'ailleurs, quoique en général la faune soit côtière, on trouve dans quelques endroits une

grande abondance de brachiopodes. Ce que nous venons de dire suffit pour prouver que, d'après les caractères paléontologiques ainsi que par les autres caractères géognostiques, cette formation calcaréo-marneuse du Messinais constitue un terrain bien caractérisé, bien distinct, et forme un anneau intermédiaire entre le tortonien et le plaisancien. Or, si l'on adopte la classification habituelle du tertiaire en trois groupes, il faut réunir ce nouveau terrain au pliocène, avec lequel il a le plus de rapport. D'après ces idées le terrain le plus récent parmi les assises tertiaires sera divisé en pliocène supérieur, appelé *astien* par Mayer, pliocène moyen, que le même auteur a nommé *plaisancien*, et pliocène inférieur, que nous appelons *zancléen*, du lieu même (1) où il se montre le mieux caractérisé.

Jusqu'ici nous avons porté nos regards sur la petite étendue de la province de Messine. C'est que nous avons voulu rendre plus facile l'exposition des faits qui caractérisent l'époque zancléenne. Nous voyons cependant combien nos conclusions seraient peu fondées, si nous nous arrêtions là. En effet il serait très-peu raisonnable d'établir une nouvelle époque géologique sur l'examen d'une formation sédimentaire, que l'on n'a étudiée que dans une petite étendue, et dont on ignore les équivalents dans d'autres régions du globe. Ainsi on pourrait justement nous reprocher d'avoir voulu multiplier encore les noms et les divisions des terrains sédimentaires, d'autant plus que la stratigraphie en possède déjà un trop grand nombre. Mais nous ne tenons pas à limiter le champ de nos considérations. Nous croyons, au contraire, que l'étude qu'on a faite jusqu'à présent des roches pliocènes de l'Italie appuie considérablement nos conclusions, puisque dans la plupart des contrées, et peut être même partout, le pliocène s'y montre naturellement divisé en trois formations distinctes par des caractères lithologiques et paléontologiques.

Nous allons donc examiner successivement les différentes contrées de l'Italie, où le miocène et le pliocène ont été étudiés avec soin.

Les provinces des Calabres attirent d'abord nos regards. Elles sont situées à très-peu de distance de celle de Messine, et la constitution géologique en est éminemment semblable à celle du

(1) Le nom *Zancla* était une ancienne dénomination de la ville de Messine.

territoire de cette ville. La province de Reggio spécialement est formée par des roches qu'on doit regarder comme une continuation des roches de la province de Messine. A la base on rencontre du gneiss, avec des infiltrations de granite et de pegmatite, sur lequel reposent quelquefois les argiles et les calcaires du terrain crétacé moyen et, le plus souvent, une série de couches tertiaires s'étendant sur le crétacé même, et correspondant, par tous leurs caractères, aux couches tertiaires de la province de Messine. On rencontre parmi ces couches tertiaires une formation calcaréo-marneuse parfaitement identique avec celle de Messine, et très-remarquable par ses caractères paléontologiques. Les couches marneuses des environs de Reggio contiennent une grande abondance de foraminifères identiques avec ceux du *zancléen* (1) de Messine.

La grande analogie de la faune de Calabre avec celle du *zancléen* de Messine, la ressemblance frappante entre les fossiles miocènes, pliocènes et quaternaires des deux contrées, prouvent, sans aucun doute, l'existence d'un bassin calabro-messinain, qui était environné de montagnes cristallines, dont les régions du nord et de l'est sont appelées aujourd'hui les sommets d'Aspromonte, et vers l'est forment la chaîne Péloritaine. Dans ce bassin qui était largement ouvert au sud et peut être aussi au nord, vivaient partout les mêmes animaux, et partout des dépôts identiques s'accumulaient depuis le miocène jusqu'aux formations les plus récentes.

En parcourant la partie la plus méridionale de la Calabre on voit le *zancléen* se présenter continu, très-développé et parfaitement distinct du pliocène proprement dit. Des marnes blanches de l'épaisseur considérable de 40 à 50 mètres, avec des couches jaunâtres à leur base, reposant directement sur les sables et les grès du miocène, représentent précisément la zone inférieure du *zancléen* messinain. Les gros fossiles, en effet, y sont rares, mais les foraminifères caractéristiques constituent une partie considérable de cette roche. Dans quelques endroits on rencontre : *Janira flabelliformis*, Brocchi, sp.; *Terebratulina caput-serpentis*, L., sp.; *Rhynchonella bipartita*, Brocchi, sp.

Toutes ces espèces se trouvent souvent dans les marnes et

---

(1) V. *Descrizione dei foraminiferi monotalamici delle marne miocenice del distretto di Messina*. Nota, p. 79.

les sables qui forment la base de l'ancien pliocène des environs de Messine.

En parcourant cette contrée des Calabres, pour étudier le crétacé moyen, j'ai vu moi-même, en février dernier, les marnes zancléennes au cap des Armes, depuis *Melito* jusqu'au *Salto della Vecchia*, où les marnes blanches sont surmontées d'un calcaire caverneux probablement correspondant à la couche du calcaire de Messine, si riche en brachiopodes et en polypiers. Dans la localité appelée la Baronia il existe, sur le *zancléen*, une bande d'argiles pliocènes; au delà, c'est le miocène qui domine; mais à la vallée Ammendoléa le pliocène inférieur atteint un développement considérable jusqu'à Calamitta et à la vallée de Vrica. Ensuite il se montre de nouveau, depuis le cap Palizzi jusqu'au cap Spartivento, et de là encore, par des lambeaux isolés, jusqu'au cap Bruzzano.

Si maintenant nous venons arrêter notre attention sur d'autres contrées des Calabres, il suffit de donner un coup d'œil aux tableaux malacologiques que M. Philippi a fait paraître à la suite de son ouvrage sur les mollusques des deux Siciles (1).

Par l'examen de ces tableaux, où l'auteur a voulu résumer la malacologie tertiaire des contrées les plus remarquables des deux Siciles, on se convaincra que le *zancléen*, dans les diverses parties des Calabres, forme un terrain bien distinct et caractérisé par les fossiles des couches marneuses du Messinais, et que les couches de l'ancien pliocène sont plus ou moins développées dans la localité appelée Monastérace, ainsi que dans plusieurs endroits près de Catanzaro et de Cotrone, et surtout dans la vallée Lamato.

Il faut cependant rappeler ici que M. Philippi en faisant ces catalogues, n'ayant point d'intérêt pour la stratigraphie, et n'envisageant que la topographie, a réuni dans un même catalogue les espèces de couches différentes et séparé celles qui appartenaient à des contrées différentes. C'est ainsi qu'il a pratiqué pour ce qui regarde le territoire de Messine (2), et l'on peut croire qu'il en a fait autant pour les autres contrée C'est à cause de cela que l'on voit paraître dans le nombre des mollusques fossiles de Monastérace, de la vallée Lamato et des

(1) *Fauna molluscorum utriusque Siciliæ*, 1844.

(2) V. *Sulla formazione miocenica di Sicilia ricerche e considerazioni di G. Seguenza.*

contrées situées entre Catanzaro et Cotrone, des espèces caractéristiques du *zanclèen*, mêlées à des espèces qui appartiennent à des formations plus récentes. Cependant, pour s'assurer de l'existence de la formation *zanclèenne* en ce lieu, il suffit d'examiner les fossiles qui en proviennent.

Ce sont pour la plupart des fossiles caractérisant le zanclèen du Messinais.

Dans les autres provinces de la Sicile, cette formation se trouve probablement fort développée.

On doit rapporter sans doute au pliocène inférieur les marnes blanches de Caltagirone, dont nous avons examiné autrefois les foraminifères (1), et qui s'étendent et se développent surtout dans la province de Caltanissetta, où l'ingénieur des mines, M. S. Mottura, les ayant étudiées, crut, par leur concordance avec les couches du miocène, devoir les rapporter à cette formation.

Les couches pliocènes d'Altavilla, près de Palerme, qui sont sont sans contredit plus anciennes que celles de Ficarazzi et d'autres endroits de ce territoire, pourraient appartenir à la formation que nous voulons établir ; mais, pour tirer de l'examen des terrains de la Sicile des raisons valables pour notre thèse, il nous faudrait encore de nouvelles études sur les terrains tertiaires qui y sont très-développés.

Nous allons maintenant examiner s'il existe dans le milieu et dans le nord de l'Italie quelque terrain qui soit identique avec le *zanclèen*, et s'il se montre, comme dans les provinces méridionales, assez distinct des strates plaisanciennes.

Les collines de Rome, qui ont été dernièrement l'objet de grandes recherches paléontologiques, se composent de couches différentes superposées. A leur base, ce sont de puissants lits de marnes bleuâtres, qui, à la partie supérieure, alternent avec des couches de sables et se terminent par un puissant dépôt de sable fin. On rencontre ensuite sur ce dépôt des sables calcaires fossilifères, recouverts par de nouveaux sables, et des cailloux, surmontés à leur tour par du tuf volcanique.

D'après les travaux de MM. de Rayneval, Van den Hecke, Ponzi (2), et d'après les recherches de Conti (3), il est parfaitement établi que le tuf volcanique y représente l'époque quater-

---

(1) V. *Sulla formazione miocenica di Sicilia*, etc.

(2) Catalogue des fossiles du monte Mario (près Rome).

(3) *Il monte Mario ed i suoi fossili subapennini.*

naire; et il est probable que les sables fossilifères, avec les dépôts sableux qui l'accompagnent, se rapportent au pliocène (plaisancien et astien, Mayer). Cependant les marnes qui existent au-dessous se distinguent des dépôts pliocènes, tant par leurs caractères lithologiques que par la faune qu'elles contiennent. Et quoique, à la vérité, les fossiles de cette roche, qui à elle seule forme presque tout le mont Vatican, ne soient pas encore bien connus, il y a des raisons pour la regarder comme représentant la formation *zanclénne*. En effet, les débris de ptéropodes (1) y sont abondants ainsi que ceux de divers rhizopodes (2), et c'est bien ce caractère qui distingue la plus récente des assises du *zanclèen* messinais.

Cette opinion est appuyée sur de bonnes raisons tirées de l'examen des espèces. Le professeur Costa, en effet, a retrouvé la *Cleodora vaticana* et la *C. Riccioli*, qui sont les ptéropodes les plus communs de cette formation, dans les marnes de Notaresco (Abruzzes) et de Reggio (Calabres) (3), où les marnes, ainsi que nous l'avons démontré, appartiennent évidemment à la formation *zanclénne*. Et, en décrivant les foraminifères de ces marnes, le même professeur nous fait connaître qu'il y existe avec abondance des espèces qui sont communes dans les marnes du Messinais.

Si l'on examine les dernières formations de la Toscane, on se convaincra qu'il y a au-dessous du vrai pliocène des couches qui s'en distinguent nettement par différents caractères, et qu'il faut les rapporter au *zanclèen*. En effet, près de Livourne on rencontre une *panchina* quaternaire reposant sur des sables et des argiles fossilifères de l'astien, au-dessous desquels on trouve des marnes évidemment *zanclénnes*.

Parmi les fossiles qu'elles contiennent, il faut remarquer les espèces suivantes qu'on rencontre souvent dans le *zanclèen* de l'Italie méridionale : *Dentalium triquetum*, Brocchi; *Limopsis aurita*, Br., sp.; *Nucula Polii*, Phil.; *Leda dilatata*, Phil.; *L. striata*, Phil. (*non* Lk.); *Modiola phaseolina*, Phil.; *Rhynchonella bipartita*, Br., sp.

Il faut remarquer ici la présence dans ce terrain de nombreux Pleurotomes, Columbelles, etc., qui le rapprochent

(1) V. Angelo Conti, *Scoperta di nuovi pteropodi fossili nella base marnosa di monte Mario*.

(2) V. O. G. Costa, *Foraminiferi fossili delle marne blu del Vaticano*.

(3) V. O. G. Costa, ouvrage cité.

beaucoup des couches du milieu et du nord de l'Italie que nous avons rapportées à l'horizon *zancléen*.

Sur les *Crete sanesi*, qui s'étendent considérablement à la base de la colline de Sienne, on trouve plusieurs couches marines et lacustres alternant entre elles, que M. G. de Mortillet a si bien illustrées, et que Mayer lui-même a rapportées à l'horizon astien et plaisancien (1). Ce sont donc des marnes sur lesquelles repose le vrai pliocéne, et, de plus, elles sont fort riches en foraminifères, dont un grand nombre d'espèces sont communes aux marnes *zancléennes* du Messinais. M. Soldani (2) et plus récemment M. O. Silvestri (3) ont bien étudié ces couches, dont la position stratigraphique et la richesse en quelques espèces de foraminifères suffisent pour nous les faire rapporter à l'époque *zancléenne*.

Il faut maintenant remarquer que les résultats de l'étude que M. Doderlein a faite sur le miocène et le pliocène du Modénais (4) s'accordent parfaitement avec nos idées. Il admet, en effet, que le pliocène se divise naturellement en trois étages, chacun étant caractérisé par des fossiles particuliers.

En 1864 M. Rovasenda et moi, nous avons recueilli plusieurs fossiles à Cornaro, aux environs d'Asti; et M. Michelotti nous en a fait voir qu'il avait trouvés à Albenga. D'après les idées que nous avons conçues au sujet de la faune des étages pliocènes inférieurs de la Toscane, nous croyons devoir rapporter à la formation *zancléenne* les marnes qui renferment ces espèces fossiles.

L'examen et le rapprochement dans lesquels nous venons d'entrer en nous basant sur quelques analogies stratigraphiques et paléonlotogiques en Italie amènent déjà des conclusions intéressantes.

Cependant, il faut l'avouer, c'est par la connaissance d'un plus grand nombre de nouveaux rapports du même genre que

---

(1) Coupe géologique de la colline de Sienne. (*Atti della Società italiana di Scienze naturali*).

(2) *Saggio orittografico ed osservazioni sulle terre nautiliche ed ammonitiche della Toscana.*

Testaceografia ac Zoophytografia parva et microscopica.

(3) *Sulla illustrazione delle opere del P. A. Soldani, e della fauna microscopica fossile del terreno pliocenico italiano.*

(4) *V.* P. Doderlein, *Cenni geologici intorno alla giacitura dei terreni miocenici superiori dell' Italia centrale.*

ces résultats seront mieux affermis. Ce sera un vrai progrès pour la géologie; mais on ne pourra le réaliser que lorsque, en s'appliquant à étudier avec une scrupuleuse attention les roches tertiaires des diverses régions de l'Italie, on sera convaincu qu'il est éminemment utile d'étudier les faunes fossiles, toujours en rapport avec les variations stratigraphiques même les plus légères.

C'est ainsi effectivement que l'on peut parvenir à la véritable connaissance des changements successifs et continuels qui ont eu lieu dans les êtres organisés, d'après les faits paléontologiques mêmes, et non selon les vues de M. Darwin, lesquelles entre mille désaveux ont mérité aussi cette parole de M. Stoppani : *elles trouvent dans la paléontologie, au lieu de preuves, toutes sortes de contradictions.*

L'examen rapide que nous venons de faire des terrains tertiaires de l'Italie nous paraît suffire au but que nous nous sommes proposé, et nous croyons pouvoir nous dispenser de l'étendre à d'autres régions de l'Europe; d'autant plus que les dernières formations tertiaires, ayant en Italie un développement fort remarquable, nous autorisent à généraliser plusieurs des conclusions que nous avons établies.

Il est nécessaire maintenant de donner un coup d'œil sur les classifications que l'on a proposées pour les terrains tertiaires récents, et de les rapprocher des faits et des résultats que nous venons d'exposer.

Dans la classification proposée par M. le marquis Pareto, ce géologue distingue un étage qu'il appelle pliocène inférieur, ou étage complexe tortonien et plaisancien, dans lequel il comprend, ou plutôt il confond le miocène supérieur (tortonien, Mayer) et les argiles pliocènes (plaisancien, Mayer).

Cette réunion est tout à fait contraire aux faits mêmes que nous avons prouvés. Elle fait ranger dans un même groupe les argiles à lignites, les mollasses avec dépôts gypsifères, la formation calcaréo-marneuse, et les calcaires et les argiles pliocènes de l'Italie méridionale.

On ne saurait donc accepter cette réunion sans s'apercevoir de l'erreur qu'il y aurait à grouper ensemble, dans l'Italie méridionale surtout, le *zancléen* avec le tortonien, deux terrains parfaitement distincts par tous leurs caractères et par leurs grandes différences paléontologiques.

Peut-on, au contraire reconnaître le rapport intime qui existe entre le plaisancien et l'astien de l'Italie méridionale, où l'on

est souvent embarrassé lorsqu'il s'agit de préciser les limites de ces deux formations?

M. Mayer, distinguant dans son *Tableau synchronistique* le tortonien du vrai pliocène et partageant ce dernier en astien et en plaisancien, s'accorde bien plus avec nos conclusions. Si l'on considère les localités qu'il examine dans son tableau, et surtout les Calabres qu'il y comprend, on se convaincra qu'il réunit dans le plaisancien les argiles bleues et les couches qui forment ou représentent le groupe calcaréo-marneux. Cependant, nous ferons remarquer que celui-ci est parfaitement distinct des vraies argiles subapennines, spécialement par les caractères paléontologiques, et surtout dans l'Italie méridionale.

Enfin la classification faite par M. Dodarlein s'accorde parfaitement avec les faits géognostiques que nous avons signalés dans les assises tertiaires les plus récentes.

Ces terrains se partageant naturellement en trois groupes, et les dénominations de Mayer étant appliquées au pliocène supérieur et au moyen, le *zancléen* ne sera donc que le pliocène ancien.

Nous allons maintenant résumer en quelques mots les idées que nous venons d'exposer dans cette note.

1° La formation *zancléenne* forme un anneau entre le miocène et le pliocène se rapportant plus spécialement à ce dernier.

2° C'est surtout dans les provinces méridionales de l'Italie que le *zancléen* est le plus développé et le mieux distinct du miocène et du pliocène.

3° A peu près partout, dans le milieu et dans le nord de l'Italie, existent des formations synchroniques avec le *zancléen*. Ce sont d'ordinaire des marnes blanches ou peu colorées; et, si elles ne se distinguent pas toujours du plaisancien qui les surmonte, aussi nettement qu'en Calabre et à Messine, elles sont néanmoins assez caractérisées par leur faune et par l'abondance des rhizopodes qu'elles contiennent.

4° La formation pliocène se divise donc en trois étages : l'astien, ou pliocène supérieur, formé ordinairement de sables jaunes, le plaisancien, ou pliocène moyen, composé des argiles ou marnes bleues, et enfin le *zancléen* ou pliocène inférieur, consistant en couches marneuses et calcaires peu colorées

Séance du 2 mars 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

CAILLAUX (Eugène), ingénieur des ponts et chaussées, au Mans (Sarthe); présenté par MM. Belgrand et Alfred Caillaux.

MUSSY, ingénieur des mines, à Vicdessos (Ariége); présenté par MM. Levallois et Daubrée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

La Société reçoit :

De la part de M. Gabriel de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, septembre et octobre 1867; janvier 1868; in-8.

De la part de M. B. Studer, Note sur l'ouvrage de M. A. Favre, intitulé : *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse*, in-8, 20 p.; Genève, février 1868.

De la part de M. B. Gastaldi, *Alcuni dati sulle punte Alpine situate fra la Levanna ed il Rocciamelone*, in-8, 49 p.; Turin, 1868; chez G. Cassone et C°.

De la part de M. F. Thioly, *Une nouvelle station de l'âge du Renne*, in-8, 7 p.; Annecy.....

Bulletin de la Société botanique de France, t. XIII, 1866, *Comptes rendus des séances*, 4; t. XIV, 1867, E, *Revue bibliographique*, in-8.

Bulletin des séances de la Société I. et centrale d'agriculture, novembre et décembre 1867; in-8.

L'Institut, n°s 1781 et 1782, 1868, in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, janvier 1868; in-8.

Société I. d'agriculture, etc., de Valenciennes.— Revue agricole, etc., n° 12, décembre 1867; in-8.

The Athenæum, n°s 2104 et 2105, 1868; in-8.

Le Secrétaire donne communication de la note suivante :

Réponse aux observations de M. Lory; par M. Ébray.

Ce n'est que tout récemment que j'ai pu prendre connaissance de la dernière livraison du *Bulletin* qui renferme (p. 215) les observations de M. Lory sur mes notes relatives aux Alpes dauphinoises. Aussi me bornerai-je, pour le moment, aux remarques suivantes :

1° Notre savant confrère prétend que l'idée de la faille occidentale des Alpes me paraît avoir été suggérée par une vue lointaine des Alpes du haut de la chaîne beaujolaise.

Je rappellerai à M. Lory que j'ai fait une dizaine de courses dans les Alpes et que j'ai habité Salins, près de Mautiers, pendant un mois entier. Les études que j'ai pu faire sur place sont donc aussi sérieuses que celles qui résultent des excursions exécutées par notre confrère de Grenoble,

2° Ma note sur la faille occidentale des Alpes est antérieure à la description des failles de la Tarentaise, par M. Lory. Ce dernier admet, bien entendu, celles qu'il a décrites, mais il n'admet pas la mienne, ce qui lui permet de dire : « *nous n'avons encore à l'heure qu'il est rien à emprunter aux recherches de M. Ébray.*

Je montrerai que je n'ai pas pris le clivage pour la stratification en indiquant que, parallèlement à celle-ci, il existe des couches de composition minéralogique différente; j'ai d'ailleurs déjà dit verbalement à notre confrère de Grenoble que c'est avec la plus grande réserve qu'il faut poser des conclusions lorsqu'on prend pour base la position des gypses; enfin tous les géologues qui ont recueilli beaucoup de fossiles savent qu'il leur est arrivé d'en trouver coupés par des séparations de bancs; c'est là un fait exceptionnel, mais qui n'étonne plus depuis qu'on a trouvé des fossiles complétement remaniés d'un banc et même d'un étage à l'autre.

Les raisons que donne M. Lory pour combattre l'existence de ma faille sont donc loin d'être péremptoires.

3° La carte de M. A. Sismonda désigne par *porfido quartzifero* les roches éruptives de Bain, et M. Favre les a fait connaître sous le nom de *granites* ou *porphyres*; comment alors M. Lory a-t-il pu commettre l'erreur de dire : « *c'est sous le nom de protogine porphyroïde ou de gneiss que ces roches ont toujours été décrites ?* »

4° Avant d'aborder l'étude des Alpes, j'ai pensé qu'il était nécessaire d'étudier à fond les contrées moins bouleversées où les rapports des roches éruptives avec les roches sédimentaires apparaissent avec plus de netteté, en particulier les montagnes du Beaujolais. J'invite M. Lory à en faire autant, car j'ai encore beaucoup à dire sur les Alpes, et je montrerai que la seule manière de faire de la géologie positive consiste à aller du connu à l'inconnu, du simple au composé.

Si M. Lory avait étudié plus en détail les contrées si intéressantes des départements de la Loire et du Rhône, il ne dirait pas : « *les roches que M. Ébray désigne sous ce nom de porphyres éruptifs ou de porphyres quartzifères sont tout simplement diverses variétés de granites ou de protogine granitoïde, quelques-unes à grands cristaux de fleldspath, offrant ce qu'on appelle l'aspect porphyroïde, mais jamais la structure porphyrique,* » et il saurait que la syénite du Beaujolais, de même âge que le porphyre granitoïde traversant les schistes carbonifères n'est autre chose qu'un granite à aspect porphyroïde.

4° Enfin j'ai dit, et probablement ma phrase a échappé à M. Lory : « *ce plongement indique que lors de la production des cataclysmes il s'est formé, suivant la direction de la vallée de l'Isère, une large crevasse dans laquelle les terrains jurassiques se sont affaissés.* » (Renseignements sur la structure des Alpes dauphinoises, p. 174.) Ayant donc indiqué une faille suivant cette vallée, on ne comprend pas bien l'assertion du savant professeur de Grenoble : « *suivant cette direction (vallée de l'Isère) et non suivant celle qu'indique M. Ébray, il y aurait réelelment une faille d'une grande importance dans la structure de cette partie des Alpes, que j'appellerai faille du Graisivaudan.* »

Le Secrétaire communique des lettres adressées par MM. Leymerie, Raulin et Simonin au sujet de la séance générale annuelle. MM. Leymerie et Raulin expriment le regret

que cette séance ne coïncide pas avec la réunion, à Paris, du Comité des sociétés savantes.

M. Marcou présente l'ouvrage de M. Élisée Reclus sur la terre. A cette occasion, M. Marcou remet sous les yeux de la Société sa carte géologique du globe et entre dans quelques détails sur les éléments dont il s'est servi pour la construire.

Quelques observations de M. Marcou sur l'âge des grès rouges de l'Afrique et de l'Asie amènent la communication suivante de M. Louis Lartet.

Sur une Formation particulière de grès rouges en Afrique et en Asie, à propos de la valeur du caractère lithologique en stratigraphie; par M. Louis Lartet.

M. Marcou en esquissant à grands traits la géologie du globe terrestre à propos de sa *Carte géologique de la terre* vient de rapprocher les formations de grès rouges, si communes en Afrique et en Asie, des formations semblables que nous sommes habitués à rencontrer en Europe et particulièrement dans les Vosges, à la base de la série des terrains secondaires. Quelle que soit l'autorité de notre savant confrère, j'éprouve, pour ma part, une grande répugnance à admettre comme critérium stratigraphique sur d'aussi vastes étendues le caractère minéralogique des roches auquel il me semble qu'on ne devrait accorder qu'une importance régionale, car la composition de ces sédiments est subordonnée, avant tout, à celle des massifs plus anciens dans le voisinage desquels ils ont été déposés. Il faut bien reconnaître, à la vérité, que certains phénomènes d'émanation interne ont parfois exercé leur influence sur les mers d'une même époque et à des distances très-considérables; mais alors ces effets se réduisent à l'addition par places d'éléments accidentels qui n'impriment point à la roche les caractères généraux qu'elle tire des phénomènes de sédimentation mécanique.

M. Marcou qui a reconnu lui-même, avec tant de bonne foi, à quelles erreurs pouvait conduire cette méthode dans la comparaison des domaines géologiques peu connus et très-éloignés les uns des autres, notamment à propos des grès rouges de l'Amérique méridionale, voudra bien me permettre de lui soumettre quelques observations au sujet du rappro-

chement tout pareil qu'il vient de tenter à propos des grès rouges de l'Asie et de l'Afrique.

J'avoue d'ailleurs que je ne puis laisser passer l'occasion qui m'est ainsi offerte de protester contre certaines idées surannées, relatives à la géologie de l'Égypte, et qui ont été reproduites récemment à propos d'une carte géologique, à grande échelle, de ce pays.

Les principales chaînes de montagnes qui s'étendent de chaque côté de la mer Rouge, soit en Asie, soit en Afrique, sont formées de massifs granitiques, sillonnés de filons de porphyres et de diorites et sur lesquels s'appuient des schistes cristallins, des quartzites et des phyllades, etc., dont l'âge n'est pas encore déterminé, mais qui pourraient fort bien représenter, au moins en partie, les terrains paléozoïques.

On conçoit aisément que sur les bords d'un continent ou d'un archipel formé par des massifs pareils, les seules roches qui pouvaient se déposer devaient être composées de quartz, de feldspath plus ou moins décomposé, d'argile, de mica et de quelques autres silicates alumineux. De là, la formation fatale de grès plus ou moins argileux, micacés, ferrugineux, et d'argiles micacées plus ou moins colorées par les oxydes métalliques provenant de la décomposition des silicates basiques.

C'est ainsi qu'en Orient, comme dans les Vosges, les terrains secondaires, s'étant déposés sous l'influence de massifs cristallins à peu près semblables auxquels ils empruntaient leurs éléments, sont constitués par des sédiments pareils, mais non pas nécessairement synchroniques. Cette ressemblance était encore rendue plus frappante par la présence de lits salifères, si répandus dans presque tous les terrains stratifiés de ces contrées orientales ; aussi, les premiers géologues qui les visitèrent n'hésitèrent-ils pas dans le rapprochement de ces deux formations de grès rouge.

Notre courageux et malheureux compatriote Lefèvre qui a laissé la vie en Abyssinie, dans une lettre écrite il y a 27 ans, de Resserres, à M. Cordier, rapporta le premier les grès rouges d'Égypte et de Nubie aux terrains crétacés (1). La même année Russegger écrivait au journal de Leonhard et Bronn que les grès pouvaient se comparer au keuper supérieur et moyen, et

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1re série, t. X, p. 144, 1839. *Reisen in Afrika*, 2e partie, n° 776.

l'année suivante il les assimilait avec plus de confiance au grès bigarré et aux marnes irisées, en annonçant qu'il en avait constaté l'identité depuis la Nubie, à travers l'Égypte, et la presqu'île du Sinaï jusqu'au Liban. Cependant dans sa carte géologique et dans l'ouvrage qu'il publia à son retour, il n'hésita pas à se rétracter et à considérer ces grès comme crétacés. C'est que dans l'intervalle il avait eu connaissance du mémoire de Botta sur le Liban dans lequel le sagace voyageur rapportait ce terrain au *grès vert* en mentionnant sa superposition au terrain jurassique supérieur, assimilation que le géologue autrichien déclare à son tour fondée, et qu'il généralise alors en l'étendant au grès du Sinaï, de l'Égypte et de la Nubie, dont il avait reconnu l'identité. Newboldt évita de se prononcer sur l'âge de ces grès, tout en constatant leur analogie d'aspect avec le *nouveau grès rouge*. Quant à M. Hogg, qui ne les avait pas vus en place, il inclinait à penser qu'ils pouvaient correspondre *au vieux grès rouge*.

Enfin, tout récemment, l'auteur de la carte géologique qui a figuré à l'Exposition universelle n'a pas craint de classer de nouveau ces grès dans le trias dont il aurait même retrouvé les trois termes : grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées. Nous allons examiner la valeur de ces rapprochements.

Comme ce grès ne renferme jamais d'autres fossiles que de très-rares empreintes végétales, si mal conservées qu'il serait imprudent d'y chercher un élément de classification, on est obligé pour fixer son âge de rechercher ses relations avec des couches fossilifères bien déterminées. Il repose en général sur des roches anciennes, cristallines, schisteuses, et sur des brèches vertes. Ce n'est que dans quelques régions privilégiées qu'on peut lui assigner une limite inférieure un peu précise, comme par exemple dans le Liban où il repose, en concordance de stratification, sur un calcaire que Botta et Russegger considèrent comme jurassique et que nous rapprochons plutôt d'après ses fossiles du terrain néocomien (1). Quant à la limite

(1) Outre les fossiles que nous y avons recueillis, M. Albert Gaudry en a rapporté l'*Ostrea Couloni*, l'*Heteraster oblongus*, enfin l'*O. Bousingaulti*, que les Américains y avaient également trouvée.

Nous avons d'ailleurs déjà montré dans une note précédente que le *calcaire cidaritique* jurassique de Russegger était le calcaire cénomanien à *Heterodiadema libycum*, *Goniopygus Bonnardi*, *Cyphosoma Delamarrei*, etc., et j'ai cherché à démontrer que l'existence du terrain jurassique dans ces

supérieure, Lefèvre avait déjà remarqué en 1839 que ce grès passait insensiblement en Égypte au terrain crétacé, qui lui est superposé, en devenant peu à peu calcaire et chloriteux (Esneh, couvent Saint-Antoine, couvent de Saint-Paul, Sinaï), et qu'il appartenait à la même grande formation que ce dernier. Botta avait remarqué ce même passage dans le Liban, et M. Blanche avait vu, aux environs d'Abey, le grès offrir ces mêmes transitions insensibles, non-seulement avec le calcaire supérieur, mais avec celui qui le supportait. Il semblerait donc acquis, d'après cela, que ce grès rouge n'est qu'un étage particulier du terrain crétacé ; mais l'auteur de la carte géologique dont j'ai parlé plus haut est loin d'être de cet avis, puisqu'il aurait observé, dans certaines localités, la superposition directe du lias et du calcaire jurassique oolithique à ces mêmes grès. Il est vrai que les listes de fossiles qui ont été produites à ce sujet laissent quelque prise à la critique et qu'on n'y voit pas figurer sans étonnement les *Baculites* à côté de la *Gryphée arquée*. D'autre part, dans l'examen que nous avons fait de ce qui a été écrit sur l'Égypte et rapporté de ce pays par divers voyageurs, nous n'avons pu trouver aucune trace de l'existence dans ce pays du terrain jurassique, et les fossiles provenant des localités dites liasiques nous ont offert une faune cénomanienne bien connue, celle que nous étions accoutumés, en Palestine et en Arabie pétrée, à rencontrer au-dessus des grès; ce sont, non pas des Gryphées, mais des Exogyres (*Ostrea Owervegi*, *O. decussata*, (*O. auressensis* d'Algérie), etc. Ceci concorde avec nos observations personnelles sur la superposition habituelle aux grès des marnes et calcaires renfermant ces Huîtres, ainsi que quelques autres fossiles : *Ostrea flabellata*, *Matheroniana*, *vesiculosa*, *columba minor*, *Cyphosoma Delamarrei*, *Hemiaster Fourneli*, *Holectypus serialis*, *Ammonites Mantelli*, et beaucoup d'autres occupant des niveaux que j'indiquerai plus tard dans des coupes détaillées de ce terrain. Quant à la texture oolithique du calcaire supérieur au grès, loin d'être un caractère jurassique, nous pouvons affirmer qu'elle est fréquente dans certains horisons crétacés de la Syrie.

On serait donc tenté de supposer que l'assimilation des calcaires supérieurs aux grès, à l'étage du lias, reposerait sur quelques erreurs de détermination spécifique, bien excusables

---

contrées ne reposait encore sur aucune donnée sérieuse. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXII, p. 539, 1865.)

dans un pays aussi pauvre en termes de comparaison que l'Égypte, et l'on comprendra que nous revenions de préférence au classement de Lefèvre et de Botta, qui est plus en accord avec nos observations personnelles. Ainsi donc, les grès se trouvant superposés, dans le Liban, à des calcaires néocomiens, et inférieurs, en Palestine, en Égypte et dans l'Arabie pétrée, à des couches marno-calcaires avec fossiles cénomaniens, se placent naturellement sur le même horizon que le gault ou la base de la craie glauconieuse, et l'on voit qu'il y a loin de ce niveau géognostique au trias ou au pénéen, ce qui justifie la proposition que j'émettais au commencement.

Je ne commettrai pas pour cela l'imprudence de dire que l'on ne pourra point rencontrer dans les contrées qui nous occupent de représentants des terrains pénéens, triasiques et jurassiques, mais je maintiens que, dans l'état actuel de nos informations à ce sujet, leur existence est encore une pure hypothèse qui n'est basée sur aucune preuve convaincante, et que, dans les domaines attribués à ces terrains que j'ai pu visiter, je n'ai recueilli pour ma part que des fossiles crétacés (1). M. Fraas, qui a exploré après nous ce contrées, n'a pas été plus heureux, et n'a recueilli aucun indice de la présence du terrain jurassique. Si cette absence des premiers terrains secondaires ou simplement du terrain jurassique, qui ne repose que sur des preuves négatives, venait, par suite d'investigations plus multipliées et plus complètes, à être mieux établie, on pourrait l'expliquer par le soulèvement en masse et l'émersion d'un vaste continent, séparant les mers asiatiques et méditerranéennes au commencement de la période secondaire et après les mouvements qui ont affecté les massifs plus anciens. Les eaux seraient revenues à l'époque néocomienne, empiétant en certains points sur ces terres, et enfin elles auraient pénétré plus avant, déposé sur les rivages ces grès et argiles avec les lignites qu'ils renferment, jusqu'à ce que, à l'époque cénomanienne et aux époques suivantes, elles aient couvert en grande partie cette barrière en faisant communiquer librement les mers indiennes et européennes. C'est ce que M. Éd. Forbes avait pressenti quand il disait à propos des faunes crétacées de Pondichéry, Trichonopoly et Verdachellum, dans l'Inde : « la cause de ce fait (la « ressemblance de faune plus grande entre les mers indiennes

(1) Je dois toujours en excepter le *Collyrites* de l'Anti-Liban qui est une forme jurassique; mais le genre se retrouve en Algérie dans le néocomien.

« et européennes à l'époque du grès vert supérieur qu'à celle « du grès vert inférieur) n'est pas due à une distribution plus « générale de la vie animale à une époque plutôt qu'à une au- « tre, mais bien à de grands changements dans la distribution « des terres et des mers et à une connexion des mers indien- « nes et européennes plus grande pendant le dépôt du *grès* « *vert supérieur* que pendant celui du *grès vert inférieur* (1). »
Puisque je me suis laissé entraîner à parler si longuement de ces grès, je demanderai la permission d'en compléter la monographie par l'indication sommaire de leurs principaux caractères et de leur distribution géographique.

Cette formation a été appelée *grès de Nubie* par Russegger, *grès monumental* par de Rozières, *terrain sablonneux* par Botta, etc. Aucune de ces dénominations n'est satisfaisante, car si, d'une part, il existe en Nubie deux natures de grès d'âge très-différent, de l'autre les Égyptiens en ont utilisé de plusieurs sortes dans leurs monuments. Enfin, ce terrain étant généralement assez cohérent, l'épithète de Botta ne lui convenait pas. On aurait donc pu, à l'exemple de tant de géologues, saisir avec empressement cette occasion de compliquer un peu la synonymie stratigraphique, malheureusement déjà si surchargée, par la création d'un nouveau nom, tel que celui de *grès de Petra*, par exemple, qui aurait eu l'avantage de fixer les idées d'une façon plus précise en rattachant le nom de la capitale troglodytique des Arabes nabathéens à ce grès, dans lequel ont été creusés leurs étranges monuments. Mais quelque avantage qu'offrît cette nouvelle dénomination, nous avons cru devoir conserver le nom plus ancien de *grès de Nubie*, en avertissant que c'est du grès secondaire qu'il s'agit, et non du grès tertiaire qui le recouvre dans cette contrée.

Ces grès sont micacés, plus ou moins argileux, et rentrent, pour la plupart, dans la catégorie des psammites; d'une dureté très-variable, ils alternent avec de nombreux lits d'argile colorée diversement, comme eux, en jaune, rouge, noir et vert, par des oxydes de fer, de manganèse et parfois même par du carbonate de cuivre. On y rencontre fréquemment des lits imprégnés de sel, des couches plus ou moins minces de lignites, ainsi que quelques veines métallifères. A la partie supérieure, ils passent quelquefois à la craie; à la base ils offrent fréquemment

(1) *Transact. of the Geol. Soc. of London*, 2e série, t. VII, p. 178, 1845.

des bancs de poudingue à ciment argileux, où l'on a exploité en Égypte du kaolin et dont les éléments sont empruntés aux roches feldspathiques sous-jacentes. C'est ainsi qu'au mont Hor nous y avons constaté la présence de cailloux de porphyre décomposé. Les grès sont surtout arénacés dans le haut et argileux dans la partie inférieure, où se développent les couches d'argile souvent chargées d'empreintes végétales ou même lignitifères qui avaient éveillé l'attention des divers gouvernements de l'Égypte, toujours préoccupés de trouver de la houille dans ce pays dépourvu de combustible, et où l'on n'employait autrefois, même pour l'industrie métallurgique, d'autre moyen de chauffage que les excréments de chameau mêlés à de la paille. Les sondages n'ont rencontré que de minces lits de lignite tout à fait insignifiants. Dans le Liban, à un niveau un peu plus élevé dans ces mêmes grès, on a exploité des couches plus puissantes de lignite dans diverses localités, telles que Cornail, Mar-Hanna, Aïn-el-Bed, Abey, Beit-ed-Din, etc. Ces lignites, dont la puissance atteignait jusqu'à cinq pieds, étaient très-chargés de pyrite, à l'exception de ceux de la dernière localité ; on les a néanmoins utilisés pour les bateaux à vapeur du pacha. Si la houille existait en Égypte, ce n'est pas dans les régions où l'on a foré ces puits que l'on pourrait la rencontrer, mais bien plutôt dans les massifs de schiste argileux, de phyllades, de quarzite et de grauvacke des chaînes arabiques et nubiennes, où l'on peut seulement chercher des représentants des terrains paléozoïques.

Cet étage de grès est fort puissant. Botta lui assigne dans le Liban une épaisseur de 100 toises, M. Figari-Bey 1,100 pieds en Égypte. J'ai pu moi-même en apprécier l'épaisseur en Palestine et surtout en Idumée, dont il constitue le sommet le plus élevé, le mont Hor, et atteint des épaisseurs de 4 à 500 mètres.

Quant à son extension géographique, on peut déjà voir son importance en jetant les yeux sur les cartes géologiques de Russegger. Très-ferrugineux dans le Liban, où il renferme des lignites, il affleure également sur les flancs de l'Anti-Liban, se retrouve ensuite au sud, dans les environs de la mer Morte, dont il forme les falaises orientales, et se poursuit de là vers le sud, le long du Waddy Arabah jusqu'au mont Hor et à Petra, longe encore quelque temps le W. Akaba, puis saute dans la presqu'île du Sinaï. Il change alors de direction et, décrivant une ligne courbe au nord du massif cristallin, il se dirige vers l'Égypte.

C'est dans cette zone arquée de grès, dont le peu de cohérence a donné lieu à la vaste plaine de sable de Debbet-er-ramleh, qui sépare les plateaux calcaires du Tyh du massif cristallin du Sinaï, qu'ont été exploités, dès les époques les plus reculées, les gîtes ferrifères, manganésifères et cuprifères du Waddy-Naseb, de Sarabet-el-Khadem, etc., ainsi que des gîtes de turquoises. On retrouve des lambeaux de ce même grès disséminés sur le pourtour du massif cristallin de la presqu'île. La zone septentrionale se continue en Égypte par la *vallée des Chariots* où se trouve un deuxième district métallifère; de là le grès s'allonge en deux bandes qui courent au Sud de chaque côté de l'axe cristallin de la chaîne arabique, l'une qui suit le littoral de la mer Rouge, tandis que l'autre remonte parallèlement au Nil jusqu'aux cataractes d'Assouan, où le fleuve se fraye un chemin difficile au milieu de ces grès. C'est dans cette région que se trouvent les anciennes carrières d'où les Égyptiens tiraient ces grands monolithes de grès, fort avantageux dans une architecture qui ne connaissait point la voûte. Elles sont éparses sur un espace de 25 lieues, le long du Nil; mais c'est surtout la portion moyenne de ces grès qui a fourni d'excellents matériaux, faciles à tailler et à sculpter, que l'on transportait aisément ensuite par eau de leur lieu d'extraction jusqu'aux villes des bords du fleuve. Les carrières les plus célèbres, à cet égard, sont celles du Jebel-Selseleb, d'où l'on a tiré les matériaux de Thèbes et d'Edfou. Le grès s'y présente en bancs de 10 à 20 pieds de puissance, séparés les uns des autres par des couches d'argiles de 5 à 10 pouces, qui en facilitaient singulièrement l'extraction.

A partir d'Assouan (Syène), vers le Sud, ce grès couvre des surfaces considérables, entourant les îlots granitiques de la Nubie et recouvert par des grès plus modernes. Lefèvre et Russegger l'ont suivi jusqu'à Karthoum, au confluent du Nil bleu et du Nil blanc, et le dernier de ces voyageurs en signale encore l'existence sur les flancs occidentaux du massif granitique et volcanique de l'Abyssinie, tandis que M. Vignaud (1) a observé un grès tout semblable sur les flancs orientaux du même massif, dans le Tigré, où ils contiendraient, ainsi que dans le Sinaï, des couches métallifères et des gîtes de turquoises.

Il est probable que cette formation, que nous venons de

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1re série, t. XIV, p. 493, 1843.

suivre sur une étendue de 20 degrés, depuis le Liban jusqu'à l'Abyssinie, ne s'arrête pas là et se poursuit autour des massifs granitiques de l'Afrique centrale. Il serait donc peut-être plus logique de lui rapporter les grès rouges mentionnés par divers voyageurs que d'en faire honneur au grès vosgien ou au grès bigarré.

Nous sommes en outre porté à croire que ce grès est représenté également sinon en totalité, au moins d'une façon rudimentaire, dans l'Afrique septentrionale. En Algérie, M. Coquand a cité, dans les étages albien (gault) et rhotomagien (craie glauconieuse), au-dessous des marnes à *Ostrea Owerwegi* et à *Ostrea densata*, Conrad (*auressensis*, Coquand) (c'est-à-dire exactement au même niveau que nos grès de Syrie et d'Égypte), des marnes rouges, des grès et des poudingues, à la vérité, d'une épaisseur bien moindre (1).

Laissons l'Afrique pour revenir à l'Asie qui nous a servi de point de départ et nous allons voir que l'on peut suivre cette formation jusque dans l'Inde. En effet, sur la côte S. E. de l'Arabie, entre l'Arabie Heureuse et l'Oman, dans le Hadramaut, le Dr Carter a observé, près du cap Marbat, des grès micacés reposant sur des granites et recouverts en stratification concordante par des argiles rougeâtres avec fossiles cénomaniens, que surmontent à leur tour de puissantes couches de calcaire blanc renfermant, à leur partie supérieure, des Nummulites. Il a également reconnu l'identité de ces terrains du Ras Fartak, en Arabie, avec ceux de Bagh, dans l'Inde. L'examen que M. Duncan a fait des fossiles provenant de ces deux localités ne laisse aucun doute à ce sujet (2), et, comme ces fossiles crétacés appartiennent au même horizon cénomanien que ceux d'Égypte, de Syrie et d'Arabie Pétrée dont nous avons parlé plus haut, que de plus il s'y trouve quelques espèces identiques avec celles de Syrie, nous ne pouvons nous empêcher, de notre côté, de rapprocher les grès qui leur sont associés à Marbat et à Bagh de ceux de l'Idumée et de la Palestine, de la Syrie, de l'Égypte et de la Nubie.

Nous proposerons donc provisoirement le parallélisme suivant, que nous pourrions poursuivre peut-être encore plus loin dans d'autres contrées voisines, telles que la Perse, par exem-

(1) *Géologie et Paléontologie de la province de Constantine* (coupe de Hamman au Kaïdat).

(2) *Quart. Journ. Geol. Soc.*, t. XXI, p. 349. 1865.

ple, si nous nous contentions de simples analogies et d'indices encore peu nombreux.

ALGÉRIE.	ÉGYPTE ET SINAÏ.	SYRIE ET IDUMÉE.	ARABIE.	INDE.
Calcaires à O. flabellata. Marnes à O. Owervegi. Marnes à O. densata, Conrad (auressensis, Coquand). Rhotomagien supérieur (Coquand) (1).	Marnes et calcaires jaunâtres à O. flabellata, Owervegi, densata, Conrad (auressensis, Coquand), Heterodiadema lybicum, Hemiaster Fourneli, etc.	Calcaires, argiles et marnes jaunes à O. flabellata, Matheroniana, Owervegi, densata (auressensis), Heterodiadema lybicum, Janira quadricostata, etc.	Schistes argileux rouges et calcaires colorés, à fossiles cénomaniens, Janira quadricostata, O. Matheroniana, Hemiaster cenomanensis, Orbitolites.	Calcaires argileux rouges et argiles à fossiles cénomaniens, Hemiaster cenomanensis, nucleolites similis, etc.
Grès rhotomagien. poudingues et grès albiens (gault).	Grès de Nubie (grès monumental d'Egypte, grès du Sinaï).	Grès de Petra (grès de la mer Morte, terrains sablonneux du Liban).	Grès micacé de Marbat.	Grès blanc de Bagh.

M. Belgrand fait la communication suivante sur les dépôts quaternaires de la vallée de la Seine :

Note sur l'histoire ancienne de la Seine; par M. Belgrand.

Le mémoire sur l'*Histoire ancienne de la Seine*, que je viens de présenter à la Société, ayant été, à cause de son étendue, renvoyé aux *Mémoires*, je crois devoir, pour prendre date, en donner dès aujourd'hui le résumé suivant.

Jusqu'ici le travail n'a pas encore été publié, par suite de circonstances indépendantes de ma volonté.

Je crois donc, au moins pour prendre date, devoir fournir une sorte de résumé de mon travail qu'on consentira peut-être à publier dans le *Bulletin*.

J'insiste peu sur la première partie de mon mémoire. Suivant moi, le relief actuel du bassin de la Seine est dû à un grand déplacement d'eau, à un énorme courant, probablement de très-courte durée, qui a sillonné ce bassin de l'amont vers l'aval, après le dépôt des terrains miocènes.

On ne peut expliquer par des actions lentes : 1° le parallélisme des lambeaux de sables miocènes restés à la surface des

(1) Coquand, *loc. cit.*, coupe de Hamman au Kaïdat.

plateaux de la Brie, lambeaux qui sont tous orientés comme la pente générale du bassin, du sud-est au nord-ouest;

2° L'absence des débris solides des roches détruites, sur les plaines au-dessus desquelles elles s'élevaient autrefois, par exemple, des calcaires à Entroques sur les plaines de l'Auxois, des silex de la craie sur les plaines de la Champagne, et des blocs de grès de Fontainebleau sur le plateau qui s'étend de la forêt de ce nom à Paris et sur les autres plateaux de la Brie;

3° Le manteau de limon rouge qui s'étend sur les plateaux non ondulés et qui manque sur les plaines ondulées et sur les coteaux à fortes pentes;

4° L'absence de terrain de transport dans les vallées courtes et étroites, par exemple, dans les vallées sèches des terrains oolithiques durs et dans les petites vallées de la Brie.

Je fais voir comment les vallées ont pu être creusées dans toutes les directions par un courant violent, qui cependant marchait du sud-est au nord-ouest; comment les petites vallées ont été vidées et comment il est resté sur les hautes terrasses des grandes vallées un mélange confus de débris des roches détruites et de boue diluvienne; comment sur la fin du phénomène un long cordon de débris de roches détruites se développait au fond des longues vallées. C'est ce gravier qui, remanié par les cours d'eau et devenu ainsi fluviatile, forme le terrain de transport des vallées. C'est de ce gravier surtout que je parlerai dans cette note.

Je dois faire connaître d'abord quelques lois fort simples, mais qui jouent un rôle capital dans le dépôt des terrains de transport; c'est, suivant moi, parce qu'on n'a pas tenu compte de ces lois que l'histoire de ces terrains est encore aujourd'hui si complétement embrouillée.

Dans les tournants des cours d'eau, le courant se porte contre la rive concave et tend à la corroder; les sables, les graviers, les limons grossiers et les corps flottants sont entraînés par le courant réfléchi sur la rive convexe, et y forment des dépôts.

« Les rives concaves se corrodent, les rives convexes s'atter-
« rissent; en général les ensablements d'une rive proviennent
« de la corrosion de la rive concave immédiatement supé-
« rieure....

« Lorsque les sinuosités se succèdent en forme d'S, le cou-
« rant semble se réfléchir d'une concavité à celle de la rive
« opposée....

« Les matériaux entraînés par le courant se déposent à « quelque distance en aval, et forment quelquefois des bancs « au milieu du lit; d'autres fois, quand ils viennent d'une « rive concave, ils vont augmenter la rive convexe de la si- « nuosité immédiatement inférieure (1).... »

Cette loi, en quelque sorte élémentaire en hydraulique, est très-importante dans l'étude des terrains de transport, puisque c'est sur la rive convexe des tournants que se portent, non-seulement les graviers et les limons, mais encore les corps flottants, les cadavres des animaux gonflés par les gaz. Seulement le cours d'eau de l'âge de la pierre occupant tout le fond de la vallée, aux mots : *rive convexe*, *rive concave*, il faut substituer les mots : *coteau convexe*, *coteau concave*. C'est donc sur le coteau convexe des tournants des vallées, un peu à l'aval du sommet de la courbe, qu'on trouve le plus grand nombre des ossements de ces animaux, et cette loi se vérifie aussi bien dans l'âge de la pierre qu'aujourd'hui.

Cuvier et Brongniart ont très-bien vu cette disposition du terrain de transport. Voici ce qu'ils en disent :

« Tantôt il forme dans les mêmes vallées des plaines éten- « dues assez élevées au-dessus du lit actuel des rivières. Ces « plaines sont ordinairement composées de cailloux roulés; « elles descendent vers le lit des rivières en forme de caps « arrondis qui correspondent presque toujours à un sinus à « bord escarpé qui forme la rive opposée. »

Ces caps de terrains de transport sont très-nombreux dans le bassin de la Seine, surtout dans la vallée même du fleuve qui, on le sait, est extrêmement sinueuse entre les limites de la Champagne et la mer.

Dans tous ces tournants le terrain de transport ancien s'étend autour de la pointe du coteau convexe, surtout du côté d'aval, et, à partir du fleuve moderne, s'élève en pente douce en forme de cap. Il manque presque complétement le long du coteau concave actuellement taillé en talus rapide. Au pied de ce talus coule le fleuve moderne qui occupe encore la position où se portait la violence du courant du fleuve de l'âge de pierre.

Si les tournants sont disposés en S, comme par exemple, ceux du Champ-de-Mars et du bois de Boulogne, le fleuve moderne, en passant d'une courbe à l'autre, quitte le coteau concave de la première courbe, et traverse la plage des terrains de

(1) Minard, *Cours de construction*, p. 18 et 19.

transport pour aller se coller contre le coteau concave de l'autre courbe.

Ainsi la Seine à Paris longe d'abord vis-à-vis du tournant du Champ-de-Mars les coteaux de Chaillot et d'Auteuil, qui forment le coteau concave de cette première courbe ; puis, lorsque le tournant de la vallée change de sens, le fleuve traverse le champ des alluvions entre Billancourt et le Bas-Meudon, pour longer le coteau concave de cette nouvelle courbe.

Les alluvions sont toutes sur la rive opposée, au pied du coteau convexe, c'est-à-dire dans le premier tournant, aux Invalides, au Champ-de-Mars, à Grenelle, et, dans le deuxième, à Billancourt, au bois de Boulogne, à Levallois et à Clichy.

Cette loi d'hydraulique est tellement simple, tellement élémentaire, que les personnes les plus étrangères à cette science, en se reportant au ruisseau qu'elles connaissent, la comprendront immédiatement.

Elle se vérifie sans exception dans les vingt-sept tournants que présente la vallée de la Seine entre Fontainebleau et Rouen ; toujours le terrain de transport se trouve, comme la théorie l'indique, sur le coteau convexe, au sommet de la courbe et un peu à l'aval ; partout le fleuve moderne serre encore de près le coteau concave si évidemment corrodé par le fleuve de l'âge de la pierre.

Ces caps d'alluvions n'ont donc pas été remaniés depuis l'époque où ils se sont formés dans l'âge de la pierre ; les terrains de transport y sont encore dans l'état où ils se sont déposés dans ces temps anciens.

Il n'en est pas de même dans les parties rectilignes, et rien ne prouve que le fleuve n'ait pas divagué à droite et à gauche de la position qu'il occupe aujourd'hui, remaniant ainsi les terrains de transport et détruisant les débris des corps flottants enfouis dans ces terrains. Il ne faut donc pas confondre les sinuosités du fleuve dans les parties rectilignes des vallées avec les tournants de ces mêmes vallées.

Cette disposition des terrains de transport, si remarquable dans la vallée de la Seine, se retrouve dans les autres grandes vallées du bassin, dans celles de l'Oise et de la Marne notamment.

Les anses ou échancrures des rives déterminent également le dépôt des alluvions et des corps flottants. C'est encore un fait dont tout le monde a le sentiment.

On sait, d'après les expériences de Dubuat et de Venturi,

que tout obstacle latéral à l'écoulement de l'eau détermine des tournoiements.

« Toute saillie ou renfoncement brusque dans le fond du lit « ou sur les rives donne lieu à des tournoiements, à des af- « fouillements et à des atterrissements. Ces effets ont d'autant « plus d'intensité que la vitesse est plus grande.

« Toute anse tranquille, toute entrée de canal sans courant « dans une rivière rapide, est l'occasion d'une dépression, « d'un tournoiement ou d'un remous et d'un atterrissement « dans la partie rentrante; le tournant cylindrique ou conique « a un axe de rotation vertical; l'eau de la rivière y passe et y « dépose les troubles qu'elle charrie (1). »

Les sables, les graviers, les corps flottants sont portés par les courants dans les anses comme sur la rive convexe des tournants.

Les anses, dans les grandes vallées du bassin de la Seine, ont une position presque aussi bien déterminée que les caps de terrains de transport des tournants dont nous venons de parler.

Lorsqu'une vallée est orientée du sud-est au nord-ouest, ou s'écarte peu de cette orientation, le nombre des anses n'est pas considérable, parce que cette direction est celle du courant diluvien qui a raviné le bassin de la Seine; mais, lorsque la vallée fait un angle prononcé avec cette direction, elle a été creusée par tourbillonnements et se compose d'une série de grands cirques. De là des anses nombreuses très-favorables au dépôt des alluvions et des corps flottants. Telle est, par exemple, la vallée de la Marne entre Lizy-sur-Ourcq et Paris; et c'est à cette disposition qu'il faut attribuer le creusement des anses de Congis, Vareddes, Crégy, Fresne, Pomponne, Brou, Chelles, Gagny, Rosny, Joinville-le-Pont, Montreuil.

La vallée d'Oise, entre les plaines de la Champagne et la Seine, a été creusée dans les mêmes conditions; elle est presque perpendiculaire à la direction du courant diluvien; aussi elle se compose d'une série d'anses qui se touchent pour ainsi dire; souvent même ces anses sont trop étendues pour que les dépôts d'alluvions aient pu pénétrer jusqu'au pied des coteaux qui les limitent. Telles sont celles de Chevrières, en face de Verberie, de Sacy-le-Grand, en face de Pont-Saint-Maxence, etc.

On trouve encore, outre ces grands cirques, qui sont le résultat du mode de creusement des vallées, d'autres anses dans

(1) Minard, *Cours de construction*, p. 30-31.

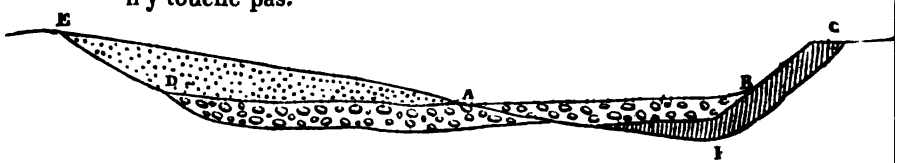
des conditions diverses, notamment aux confluents de toutes les vallées secondaires.

Comme exemple de dépôt dans les anses, je citerai à Paris les graviers des hauts niveaux de la plaine de Vincennes et de Montreuil, déposés à 30 mètres environ au-dessus du niveau actuel d'étiage de la Seine, dans l'anse comprise entre la pointe du cap sur lequel s'élève le fort de Nogent et le promontoire de Charonne, et les graviers des bas niveaux du Marais, des quartiers bas de la rive droite à Paris, déposés dans l'anse comprise entre la pointe du cap Mazas et Chaillot.

J'ai figuré sur la petite carte que je mets sous les yeux de la Société les lambeaux des graviers des hauts niveaux et le cordon continu des terrains de transport des bas niveaux dans la traversée de Paris. On y voit les sablières en exploitation dans les graviers des anses de Montreuil, de Paris, les caps d'alluvion du Champ-de-Mars et du bois de Boulogne et les dispositions du fleuve moderne serrant de près le coteau concave dans ces deux tournants.

Le travail d'abaissement du lit d'un cours d'eau, lorsqu'il ne se produit que sur de médiocres hauteurs à la fois, donne lieu à une disposition bien simple des graviers.

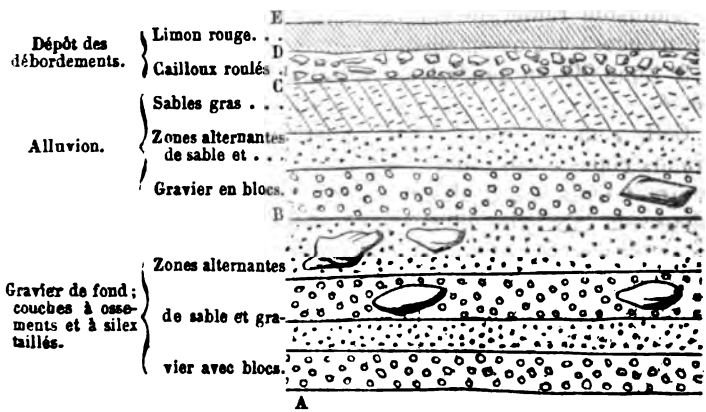
Lorsque le lit EDABC est stable, c'est-à-dire lorsque sa largeur et sa profondeur ne varient pas, la hauteur des graviers et des sables ne changent pas sensiblement, même dans les anses et sur la rive convexe des tournants, où il y a tendance à alluvion. C'est ce qu'on voit partout dans la Seine actuelle; les dragueurs connaissent très-bien les points où se forment les dépôts de graviers; ils savent que, si l'on enlève ces bancs, ils se reforment en peu de temps, souvent dans le cours d'un hiver, mais aussi que leur niveau reste presque invariable si on n'y touche pas.



Mais si la rivière modifie une partie ABC de son lit, soit en l'abaissant, soit en corrodant une des rives, elle transporte les matières extraites AIC à peu de distance et augmente immédiatement la hauteur des graviers sur la partie du lit ADE, qu'elle n'attaque pas; ce remblaiement du lit est ce qu'on ap-

pelle *alluvion*, et, d'après nos lois françaises, l'alluvion appartient au riverain quand elle s'élève au niveau de la rive; jamais elle ne dépasse ce niveau.

L'alluvion s'est formée de même dans le temps de l'*âge de la pierre*. La Seine et ses affluents ayant pour la plupart abaissé leur lit, comme on vient de le dire, ils ont en même temps remblayé une partie de ce lit, en rejetant sur une des deux rives, et quelquefois sur les deux les matières provenant de l'affouillement. C'est surtout dans les anses et sur la rive convexe des tournants que ces matières ont été transportées. Si donc on fait la coupe des graviers d'un de ces caps de terrain de transport ou de ces anses dont il a été question ci-dessus, on trouve, non-seulement à Paris, mais dans la plus grande partie du bassin, la disposition indiquée sur la figure suivante.



1° Au fond de la carrière, zones alternantes AB de gravier et de sable, que j'appelle *graviers de fond*, qui ont été recouvertes par les eaux moyennes de la rivière. Dans les anses, sur la rive convexe des tournants du fleuve, ils renferment souvent des ossements de grands animaux de race éteinte, des coquilles terrestres et fluviatiles, et quelquefois des silex taillés.

S'ils font partie d'un lit rectiligne, ou s'ils ont été déposés en plein courant, les ossements y sont rares. On y trouve quelques dents d'Éléphant, de Cheval, en général dépouillées de leur cément, ou d'autres ossements très-durs; les coquilles terrestres ou fluviatiles sont peu nombreuses.

Cette première partie des graviers a rarement plus de 4 mètres de hauteur dans les sablières de Paris.

2° Au-dessus du gravier de fond, zones BC, que j'appellerai *alluvion*, composées en général de graviers de moins en moins volumineux, à mesure qu'on s'élève au-dessus du fond de la carrière, alternant avec des zones de sable et accidentellement avec des bandes de limon gris. L'alluvion, d'après la définition donnée ci-dessus, s'élevait au-dessus du niveau des eaux moyennes, et a complété jusqu'au niveau de la berge le remblaiement de la partie du lit abandonnée.

On sait que la partie supérieure des alluvions est formée de sables impurs dans lesquels la végétation s'établit immédiatement ; dès que l'alluvion atteint le niveau des berges, elle se couvre de graminées ; il en était de même dans l'âge de la pierre. M. Martin désigne sous le nom de *sable gras* ce dépôt supérieur ; je conserve ce nom qui me paraît juste.

L'alluvion renferme rarement des silex taillés, plus rarement encore des ossements.

3° Zone CD, en général assez mince, de petits cailloux peu roulés.

Cette zone se trouve aussi au bord de la plupart de nos grands cours d'eau modernes ; les eaux de débordement, en rentrant dans le lit, enlèvent toutes les parties meubles ou sableuses et laissent seulement des débris solides qui forment ainsi une zone de cailloux peu roulés.

4° Couche DE de limon ocreux, relais des eaux de débordement. Pour bien comprendre ce dépôt, il faut se rappeler que l'alluvion, d'un côté, rétrécissait le lit au fur et à mesure qu'il s'abaissait de l'autre, et formait ainsi une berge nouvelle de plus en plus éloignée de la berge primitive. Les eaux de débordement recouvraient cette plage de gravier, qui ne faisait plus partie du lit, et y déposaient une couche de limon, absolument comme nos cours d'eau modernes lorsqu'ils débordent sur les plaines voisines de leur lit.

Ce limon rouge des débordements a pénétré plus ou moins profondément par infiltration, non-seulement dans la couche de cailloux non roulés CD, mais encore dans l'alluvion et dans le gravier de fond.

La plupart des géologues ont méconnu cette loi du remplissage du lit des cours d'eau, loi bien simple et qui se vérifie dans toutes nos rivières modernes.

Lorsque le sable gras, qui est imperméable, couronne l'alluvion comme cela a lieu habituellement dans les anses et sur la rive convexe des tournants, la pénétration du limon ne des-

cend pas au-dessous de la zone CD, de cailloux non roulés ; lorsque les sables gras manquent, ce qui indique que le terrain de transport était en plein courant, le limon rouge descend beaucoup plus bas et a imprégné quelquefois toute la masse du terrain de transport.

Les couches AB, BC ont été désignées sous le nom de *diluvium gris* inférieur, moyen et supérieur, lorsqu'elles ne sont pas imprégnées de limon rouge.

On a donné le nom de diluvium rouge a la zone DC et aux parties des couches AB et BC rougies par l'infiltration du limon des débordements.

Le nom *diluvium* n'est pas applicable à des graviers fluviatiles, et les divisions qu'on a voulu introduire dans ces terrains de transport sont encore bien moins admissibles.

En effet, les cours d'eau ont coulé à diverses altitudes dans des lits dont les restes sont très-nettement séparés les uns des autres, et présentent tous la même disposition de graviers.

Il faudrait donc admettre le diluvium rouge, le diluvium gris inférieur, moyen et supérieur des hauts niveaux, le diluvium rouge, le diluvium gris inférieur, moyen et supérieur des bas niveaux, et faire les mêmes divisions dans les lits intermédiaires.

Or, il est bien certain que le gravier gris de l'anse de Montreuil, dont le sol est à $29^m,65$ au-dessus des basses eaux de la Seine au pont de la Tournelle, n'est pas du même âge que le gravier gris des sablières du Chevaleret, de Grenelle ou de Clichy, qui ne s'élèvent qu'à 11 ou 12 mètres au-dessus du niveau d'étiage de la Seine actuelle. Ils ne peuvent donc porter le même nom géologique.

Enfin, il n'est pas inutile de rappeler comment voyagent les graviers et les sables dans les cours d'eau.

Ils ne se déposent pas en couches minces s'accumulant les unes au-dessus des autres, comme les strates des terrains marins.

« Dubuat, ayant garni le fond d'un canal en bois de gros « sable, a remarqué qu'il était emporté en tourbillon quand la « vitesse était de $0^m,50$, mais que, lorsqu'elle dépassait seule- « ment $0^m,30$, la superficie du sable se ridait souvent en petits « sillons perpendiculaires au courant. Les grains de sable les « franchissaient en roulant sur le talus d'amont et descen- « dant de leur propre poids sur le talus d'aval.

« J'ai presque toujours vu ces rides au sommet des dunes de

« Gascogne, dans la partie exposée au vent.... Un courant « d'eau doit produire les mêmes effets qu'un courant d'air (1). »

Rien ne donne mieux, en effet, l'idée du mode de transport du gravier dans les cours d'eau dont la vitesse est modérée que le déplacement du sable des dunes. On ne peut nier d'ailleurs le déplacement du gravier dans nos cours d'eau ; depuis des siècles les dragueurs en enlèvent des quantités considérables dans la traversée même de Paris, et à la première crue les excavations qu'ils produisent sont comblées.

En résumé, les limons restent en suspension dans l'eau quand la vitesse dépasse $0^m,15$ par seconde. Au-dessous de cette limite, les parties les plus grossières se déposent rapidement. Les matières plus ténues s'abaissent en nuages, d'autant plus lentement qu'elles sont plus légères. Les argiles très-fines peuvent rester en suspension plusieurs jours dans une eau dépourvue de tout mouvement.

Les sables fins commencent à se déplacer quand la vitesse de l'eau atteint $0^m,20$ (Dubuat) ; le gros sable, quand la vitesse dépasse $0^m,30$.

Les petits graviers qui servent à sabler nos jardins sont entraînés de nos jours dans la Seine, à Paris, par des crues dont la vitesse est comprise entre $0^m,70$ et $1^m,50$ et ainsi de suite, le déplacement des gros graviers se comprenant par induction, comme le dit M. Minard, en admettant une augmentation suffisante de vitesse.

Ces lois étant admises, revenons à nos cours d'eau de l'âge de pierre.

Les cours d'eau qui succédèrent immédiatement au cataclysme diluvien n'avaient point de lit régulier et couvraient tout le fond des vallées, resserrés dans les terrains durs, étendus en grands marécages dans les terrains mous.

Ils ont peu à peu modifié cet état primitif en remaniant les détritus accumulés au fond des vallées, en abaissant leur niveau, et en y creusant des lits réguliers. Les lits les plus élevés sont les plus anciens.

Lorsqu'on étudie la disposition des lits successifs de la Seine dans Paris, on trouve que le plus ancien et le plus élevé a laissé sa trace sur les hauteurs de la plaine de Montreuil, à l'altitude de $55^m,90$, et de la barrière d'Italie à l'altitude de 63 mètres ; le niveau d'étiage actuel est à l'altitude de $26^m,25$,

(1) Minard, *Cours de construction*, p. 16.

ce qui donne une différence de niveau de 29m,65 à 36m,75 entre le lit le plus élevé et le plus bas.

En remontant le cours de la Seine, de la Marne et de l'Oise jusqu'à la limite de la Champagne et en descendant celui de la Seine jusqu'à la mer, on constate dans les anses et sur la rive convexe des traces de l'existence de ces anciens lits, par des lambeaux de terrain de transport renfermant des sables de rivière. Ces restes sont tous à des altitudes voisines de 60 mètres.

Ces trois rivières ont donc coulé dans des lits presque dépourvus de pente depuis la limite de la Brie et de la Champagne jusqu'à la mer. Le continent était alors de 60 mètres plus bas qu'aujourd'hui. Je donne le nom de graviers des hauts niveaux aux graviers de cet ancien lit des cours d'eau.

C'est au relèvement du niveau du continent qu'est dû l'abaissement des lits entre la Champagne et la mer. Au fur et à mesure que le continent se relevait, la pente des cours d'eau augmentait et le niveau des lits s'abaissait.

Les restes des graviers des hauts niveaux se trouvent également dans les anses et sur les coteaux des tournants des vallées dans la traversée des terrains jurassiques et crétacés, mais à une altitude beaucoup plus grande.

Ainsi, aux grottes d'Arcy, les graviers des hauts niveaux se voient à 15 mètres au-dessus du niveau de la Cure, dont l'étiage est à l'altitude 122m,37 ; dans la vallée de la même rivière, à Vermanton, j'ai exploité une sablière des hauts niveaux, à 15 mètres au-dessus du niveau d'étiage qui est à 113m,59 ; à Auxerre, les graviers des hauts niveaux de l'Yonne sont également à 15 mètres au-dessus de l'étiage actuel qui est à l'altitude 96m,36.

Les restes de graviers des hauts niveaux dans ces trois localités sont composés presque entièrement de débris granitiques, tandis que la grève calcaire provenant des roches jurassiques est très-dominante dans les bas niveaux.

Pour en finir avec ces restes des plus anciens lits des cours d'eau, je dirai qu'ils ne sont nullement contemporains.

Le travail d'abaissement est beaucoup plus ancien dans les vallées jurassiques de la Bourgogne et crétacées de la Champagne, que dans les grandes vallées comprises entre la Champagne et la mer. L'*Ursus spelæus* vivait dans les grottes d'Arcy, à 3 mètres au-dessus de l'étiage de la Cure, c'est-à-dire lorsque cette rivière avait abaissé son lit à très-peu près au niveau ac-

tuel, tandis que les graviers des hauts niveaux sont à 15 mètres au-dessus de l'étiage. Les mammifères de la plus ancienne faune quaternaire ont donc laissé leurs restes dans les grottes d'Arcy qui appartiennent aux bas niveaux, tandis qu'à Paris on trouve en abondance dans les graviers des hauts niveaux de Montreuil les restes des grands herbivores qui paraissent moins anciens.

Ces différences chronologiques se comprennent facilement, puisque, dans les parties supérieures des vallées, les pentes sont considérables, d'environ 80 centimètres par kilomètre, et ont suffi pour déterminer l'abaissement du niveau des lits dès l'origine de l'âge de la pierre.

Si les graviers des hauts niveaux ne se trouvent plus, dans le bassin de la Seine, que dans les anses et sur la pointe des caps, il n'en est pas de même des graviers des bas niveaux, qui se développent en cordon continu dans toutes les grandes vallées des terrains crétacés et tertiaires.

J'ai fait voir la disposition de ce cordon dans les parties courbes et rectilignes de ces vallées. A Paris, il n'a pas moins de 2 kilomètres de largeur à l'aval des deux tournants du Champ-de-Mars et du bois de Boulogne, et forme les plages d'alluvions de Grenelle et de Levallois, si connues des géologues et dans lesquelles on a trouvé un si grand nombre d'ossements et de silex taillés.

Il est très-rare, dans les bas niveaux, de trouver des sablières ouvertes en plein courant, comme celles des hauts niveaux de l'avenue Daumesnil ou du plateau d'Ivry. L'alluvion et les sables gras qui la couronnent se sont étendus sur toute la surface des graviers de fond. Les sables étant moins purs, le limon rouge de débordement n'a pas pénétré dans les masses de graviers en longues dentelures, comme dans l'avenue Daumesnil, ou dans toute la masse, comme dans les sablières de la plaine d'Ivry et de la Butte-aux-Cailles.

Il s'est étendu sur toute la surface en longue bande comme dans l'anse de Montreuil. On a donc considéré les sablières de Levallois et de Grenelle comme des types du diluvium gris et le gravier de la place de Reuilly (avenue Daumesnil) et de la Butte-aux-Cailles comme des types de diluvium rouge.

Ces noms, je l'ai dit plus haut, ne peuvent être conservés.

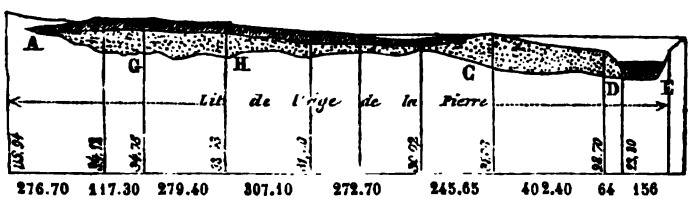
Le cordon des graviers des bas niveaux s'élève au maximum à l'altitude de 38^{m},90 à la carrière du Chevaleret, en amont de Paris, et s'abaisse en pente douce jusqu'au fleuve, dont l'étiage,

dans cette partie, est à l'altitude de 26m,30. Sur l'autre rive, dans la rue de Charenton et dans la petite rue de Reuilly, il est à l'altitude de 35m,23; à Grenelle, il est tout entier sur la rive gauche, au pied du coteau convexe du tournant du Champ-de-Mars, conformément à la loi formulée ci-dessus.

Sa plus haute altitude en arrière des Invalides et rue de Sèvres à Grenelle est sensiblement de 36 mètres. Il s'abaisse de là en pente douce vers le fleuve, dont l'étiage vers le pont de Grenelle est à l'altitude de 24m,67.

En construisant l'égout collecteur de la rue de Courcelles à Levallois, j'ai coupé perpendiculairement à la Seine l'ancien lit des bas niveaux de l'âge de la pierre. Voici cette coupe :

Coupe du vieux lit de la Seine à Levallois, près Paris, montrant la disposition des graviers et des limons rouges qui leur sont superposés.



a. Niveau probable de la plus grande crue connue de la Seine en février 1658 (31m,10).
b. Niveau de la Seine à l'étiage (23m,30).

Le village Levallois est situé sur la convexité du grand tournant que décrit la Seine à la sortie de Paris (tournant du bois de Boulogne).

On voit que le bord de la berge la plus ancienne est à l'altitude de 34m,70 environ; le bord de la berge du fleuve actuel est à l'altitude 27m,40; l'abaissement total à Levallois a donc été de 7m,30.

Entre ces deux berges, l'ancien lit est entièrement rempli de gravier et de sable, comme dans la plupart des sablières; il est très-difficile de trouver la ligne de séparation du gravier de fond et de l'alluvion; mais, comme dans toutes les anses et les tournants du fleuve parisien, le gravier de fond est caractérisé par la présence des ossements et, de plus, par de nombreux silex taillés. Ces objets ont été trouvés tout le long de cette coupe à 2 à 3 mètres au plus au-dessus de la ligne de fond AGHCDE.

Le dernier des grands lits de l'âge de la pierre est très-nettement indiqué entre les lettres C, D, E. Le gravier de fond est au niveau du lit de la Seine actuelle.

Le remplissage ou l'alluvion s'est fait presque entièrement en gravier et en sable. On y trouve une zone de limon assez épaisse vers la rive du fleuve moderne.

Il n'y a pas trace de tourbe.

Cette coupe justifie complétement ma classification des terrains de transport.

Lorsque le fleuve coulait dans la partie AB de cet ancien lit, une couche de gravier en tapissait le fond; c'est ce que j'ai appelé le gravier de fond.

Puis le fleuve a comblé son lit de A en B sur la rive droite, au fur et à mesure qu'il l'abaissait sur la rive gauche, et avec les matériaux provenant de cet affouillement. Ce dépôt nouveau est ce que j'appelle l'*alluvion*, qui dans la localité se termine par le *sable gras*.

Au-dessus de l'alluvion s'étend la petite zone de cailloux non roulés, puis la couche de limon rouge.

Ces deux derniers dépôts se sont faits lorsque les graviers qu'ils recouvrent n'appartenaient plus au lit du fleuve; cette coupe générale du lit ne permet pas d'en douter.

Ils sont donc les relais des eaux de débordement.

Toutes les sablières de Sablonville, Levallois et Clichy sont ouvertes dans l'ancien lit des bas niveaux que représente cette coupe.

Aucun de ces dépôts n'a été formé par une invasion d'eau diluvienne qui aurait surmonté les plateaux du bassin de la Seine, ainsi que beaucoup de géologues l'admettent encore. Un tel phénomène n'aurait pu s'accomplir sans violence, et le premier effet de cette violence se serait fait sentir au fond de la vallée et aurait complétement détruit cet ancien lit fluviatile si parfaitement conservé.

Si, par la pensée, on rétablit le fleuve de l'âge de pierre dans son ancien lit, on voit, par la disposition de la ligne AGHCDE, qu'il a toujours été plus profond sur la rive concave (rive gauche) que sur la rive convexe.

La rivière a donc toujours serré de près le coteau de la rive gauche, c'est-à-dire la rive *concave* du grand tournant du bois de Boulogne, et le courant réfléchi a toujours apporté les alluvions sur la rive droite, c'est-à-dire au pied du coteau *convexe*.

Le lit du fleuve moderne longe encore le coteau de la rive gauche, au lieu de se trouver au milieu de la coupe, comme cela a lieu habituellement lorsque la vallée est rectiligne.

Le grand nombre des silex et leur état de conservation prou-

vent aussi que les graviers n'ont pas été apportés par les eaux à la place qu'ils occupent aujourd'hui.

Les dispositions de cette coupe s'appliquent exactement à tous les caps de terrains de transport des tournants des vallées de la Seine, de la Marne et de l'Oise entre la Champagne et la mer, et notamment à celui du Champ-de-Mars. La coupe des graviers de la plaine de Grenelle est identiquement la même que celle de Levallois, en changeant les noms des rives et les altitudes. Dans la basse Seine, à partir de Meulan, on trouve une couche de tourbe dans le dernier CDE des grands lits.

Les mêmes faits se constatent même dans la plupart des anciens graviers fluviatiles où l'on trouve des silex taillés et des ossements, non-seulement en France, mais en Angleterre, en Espagne, en Italie.

Dans la plupart des cas, ces objets se trouvent dans les graviers de fond. L'alluvion qui recouvre ces graviers en est habituellement dépourvue.

Je dis habituellement, car, d'après la définition même de l'alluvion, il n'est pas impossible qu'elle renferme des ossements et des silex taillés; mais ces objets y sont rares.

C'est ce qui distingue les terrains de transport déposés dans des eaux courantes, des terrains stratifiés déposés dans des eaux tranquilles. Dans ces derniers, il y a réellement des fossiles caractéristiques des diverses couches, qu'on ne trouve jamais ni au-dessus ni au-dessous de ces couches.

Mais il n'en est pas moins certain que les restes des animaux et du travail de l'homme, dans les cours d'eau de l'âge de pierre, se trouvent, comme cela doit être, surtout dans le gravier qui formait le fond du lit de ces rivières, et non dans l'alluvion qui a comblé ce lit lorsque le niveau de l'eau s'est abaissé.

A Saint-Acheul, par exemple, l'examen des lieux ne laisse aucun doute.

Les graviers sont déposés au fond d'une petite anse à une assez grande hauteur au-dessus du cours d'eau actuel.

Le cours d'eau a donc abaissé son lit, et par conséquent a dû combler avec des alluvions les parties qu'il abandonnait. On voit, en effet, dans les sablières que j'ai visitées, une couche de gravier de fond très-différente de l'alluvion qui la recouvre, et c'est dans cette couche de gravier de fond qu'on trouve les haches en silex que les travaux de M. Boucher de Perthes ont rendues si célèbres.

Cette séparation nette de l'alluvion à Saint-Acheul est un fait

purement local; à Paris il est absolument impossible de la distinguer dans le plus grand nombre des sablières.

Je mets sous les yeux de la Société quelques-unes des coupes que j'ai relevées dans les sablières de l'anse de Montreuil et des caps de terrain de transport de Grenelle et de Levallois.

Dans les coupes que j'ai mises sous les yeux de la Société figure la couche superficielle de limon de couleur ocreuse des débordements qui recouvre presque partout l'alluvion, et qui, par conséquent, s'est déposée lorsque le lit était déjà rempli de sable; c'est ce qu'on voit très-bien dans la coupe complète du vieux lit de la Seine, à Levallois; dans les sablières, on trouve fréquemment d'autres limons qui alternent avec les couches de gravier et de sable et qui remplacent souvent les sables gras de l'alluvion.

Ces limons sont donc déposés dans le lit même des cours d'eau. Ils sont habituellement de la couleur des terrains qui constituent le pied des coteaux voisins, souvent un peu altérée par un mélange d'argile bleuâtre ou d'oxyde de fer.

Ainsi, à Paris, ils sont de couleur grise, comme les marnes du calcaire siliceux de Saint-Ouen et du calcaire grossier, mais tirant un peu plus sur le jaune; ils sont aussi beaucoup plus sableux que ces marnes.

Ils sont très-développés sur la rive convexe des tournants, lorsque la rive concave est formée de terrains mous. M. Reboux a suivi, sur une grande longueur, depuis Saint-Cloud jusqu'à Clichy, une zone épaisse de limon gris jaunâtre qui, dans les sablières de ces localités, est intercalée entre deux bancs de sable ou de gravier. Ces limons proviennent très-probablement de la destruction des marnes tertiaires des coteaux de la rive gauche, où se trouvent aujourd'hui Sèvres, Saint-Cloud, Puteaux, Courbevoie, Asnières; la pente rapide des coteaux annonce une ancienne corrosion de cette rive, et, comme dans tous les cours d'eau où le fait se produit, les détritus enlevés par l'eau étaient portés par elle sur la rive opposée.

Cette explication paraîtra peut-être purement hypothétique à beaucoup de nos confrères. Rien, en effet, ne distingue les marnes provenant des coteaux de Saint-Cloud des autres terrains marneux du reste de la France.

Mais il n'en est plus ainsi lorsque les coteaux affouillés contiennent des terrains d'une nature spéciale. Ainsi, en amont de Troyes, la vieille Seine de l'âge de pierre rongeait, sur sa rive droite, le bas coteau de *green-sand*, qui la séparait de son af-

fluent, la Barse. D'après la loi exprimée ci-dessus, elle portait les alluvions sur la rive gauche, et notamment près de Rosières, où se trouve une immense plage de grève disposée en pente douce.

Or, M. Leymerie a donné une coupe de la grévière de Rosières, et dans cette coupe la grève alterne avec des zones de limon sablonneux de couleur verdâtre provenant évidemment des coteaux de *green-sand* de la rive opposée.

La différence de coloration des limons des débordements et des limons faisant partie des anciens lits tient à ce qu'ils ne se déposaient pas dans les mêmes phases des crues. Lorsque la Seine, la Marne ou l'Oise débordent, tout le monde sait que l'eau est toujours de couleur ocreuse; mais alors sa vitesse au-dessus du lit est trop grande pour qu'elle y forme aucun dépôt limoneux. Elle perd, au contraire, une grande partie de sa vitesse sur les plaines voisines et y laisse des relais boueux.

Lorsque la rivière rentre dans son lit, sa vitesse diminue, et, dans certaines parties, peut être assez faible pour qu'elle y dépose des limons. Mais alors elle a perdu sa couleur ocreuse; elle est colorée en gris terne. Dans la même crue, une de ces trois rivières peut donc encore aujourd'hui déposer des limons jaunâtres sur les plaines voisines et des limons gris dans son lit.

Enfin on trouve, au débouché des vallées secondaires, une troisième espèce de limon qui mérite une attention toute spéciale. L'eau de l'affluent, refoulée par celle du fleuve, perdait sa vitesse qui devenait presque nulle, et les limons en suspension se déposaient un peu en amont du confluent, au fond de la vallée et sur les pentes des coteaux voisins.

Entre la Champagne et la mer, ces dépôts ne s'élèvent jamais au-dessus de l'altitude de 60 mètres.

Telle est l'origine des limons qui tapissent les flancs de la vallée de la Bièvre, entre les fortifications de Paris et Bourg-la-Reine. Ce dépôt est très-nettement séparé du limon rouge des plateaux de Villejuif et de Montrouge.

Il existe un dépôt de même genre au débouché de la vallée d'Orge. On en voit une très-belle coupe derrière la station du chemin de fer d'Orléans, à Savigny.

Je citerai encore le dépôt limoneux de Mantes-la-Ville, à l'extrémité de la vallée d'un petit affluent de la Seine, la Vaucouleur, qui débouche à Mantes. Le village de Mantes-la-Ville est bâti à l'extrémité du coteau qui termine le côté gauche de

cette vallée, et un épais dépôt limoneux tapisse le contour de ce coteau jusqu'à l'altitude de 60 mètres. J'ai découvert dans ce dépôt de nombreux ossements de marmottes et quelques ossements de cheval, que je mets sous les yeux de la société.

Ces limons, déposés dans des conditions si variées, sont très-différents de composition. Quelques-uns ressemblent au lœss du Rhin. Tels sont, par exemple, les limons de Mantes-la-Ville, de la vallée d'Orge et de plusieurs dépôts sur le tracé de l'aqueduc de la Vanne, notamment au-dessus de Sens, dans une vallée secondaire.

Il n'est pas rare d'y trouver des ossements, comme on le verra ci-dessous.

J'ai cherché à démontrer ci-dessus que les limons des plateaux de la Brie étaient réellement diluviens et que leur dépôt remontait à l'époque de la destruction des terrains miocènes.

La plupart des géologues ne partagent pas cet avis et veulent en faire un des dépôts les plus récents, postérieurs aux graviers des grands cours d'eau.

Suivant eux, le limon des plateaux et celui qui recouvre les pentes et le fond des vallées sont contemporains.

Ils se basent, pour soutenir cette opinion, sur les faits suivants : en Belgique et en Picardie, ces limons se relient sans discontinuité ; dans le bassin de la Seine, on les trouve en apparence semblables, non-seulement sur les plateaux, mais sur toutes les terrasses et sur les graviers des anciens fleuves.

Ils admettent donc que l'ère de l'âge de pierre a été terminée par une nouvelle inondation générale qui a déposé partout cet immense tapis de limon ; les anciennes boues glaciaires de la Suisse auraient été emportées par ce déluge et réparties ainsi à la surface du continent.

La continuité du dépôt de limon rouge sur les plateaux, sur les coteaux et sur les graviers des vallées ne me paraît pas décisive.

Au village d'Escaudœuvres, près de Cambrai, j'ai constaté que le limon rouge descendait des plateaux, non-seulement sur la pente des coteaux, mais encore sur les tourbes de la vallée de l'Escaut, qui, dans cette localité, n'a guère moins d'un kilomètre de largeur.

J'ai vérifié le fait dans une propriété de près de 100 hectares, et l'on m'a affirmé qu'il en était ainsi dans un grand nombre de localités de la même vallée ; le rougeon ou limon des plateaux recouvre la tourbe sur 1 à 2 mètres d'épaisseur.

Sur ce point, le moindre paysan est un excellent observateur, car le rougeon est fertile; c'est la riche terre du nord, tandis que la tourbe est presque stérile.

Je ne pense pas qu'aucun géologue admette que le terrain hesbayen, le rougeon du nord, le limon rouge des plateaux du bassin de la Seine, aient été déposés postérieurement à l'ère des tourbes, et alors il faut bien reconnaître que le rougeon qui recouvre le fond de la vallée de l'Escaut y a été amené tout simplement, dans les temps modernes, par les eaux pluviales. Il n'est donc nullement démontré que cette continuité du manteau rouge existât dans l'origine.

J'ai fait voir d'ailleurs en discutant la coupe de l'ancien lit de la Seine à Levallois, que le limon rouge qui tapisse les graviers les aurait complétement bouleversés s'il avait été apporté par une inondation générale.

Je persiste donc à croire qu'il n'y a aucune relation d'âge entre le limon des plateaux et celui qui recouvre les graviers des vallées. Le premier est d'origine diluvienne; l'autre, d'origine fluviatile, se dépose encore aujourd'hui sur les bords de nos cours d'eau en temps de débordement.

Nous connaissons assez le régime de notre fleuve pour chercher à calculer son débit en temps de grandes crues.

Lorsqu'il coulait à son plus haut niveau, sa largeur, entre la barrière de Montreuil et celle d'Italie, était d'environ 6 kilomètres.

De plus, lorsqu'il coulait sur le gravier de fond de l'anse de Montreuil, l'altitude de son lit était à très-peu près de 50 mètres (1).

L'altitude du limon rouge déposé par les eaux de débordement au-dessus de la sablière du Kremlin, route de Fontainebleau, n° 50, près de la barrière d'Italie, et au magasin à fourrage de celle de Vaugirard, est très-sensiblement de 63 mètres. Cette altitude est celle des plus grandes crues. Il résulte de là qu'à l'anse de Montreuil la profondeur d'eau dans les débordements était de $63^m - 50^m = 13$ mètres.

A la barrière d'Italie, elle ne paraît pas avoir dépassé 7 mè-

---

(1)

Altitude du sol.....	$55^m,10$
Hauteur de l'alluvion complémentaire, environ.....	5 ,10
Différence altitude du gravier de fond.. .	$50^m,00$

Examinons, par exemple, la crue de septembre 1866, qui est la plus grande connue des affluents de la Seine et de l'Yonne.

Nous allons reconnaître pourquoi elle n'a été que d'une médiocre hauteur à Paris.

Cette crue a été produite par une pluie torrentielle de trente heures environ, tombée du 22 au 24 septembre, dans les parties hautes du bassin de la Seine.

Dans la haute Yonne, la hauteur de pluie tombée a varié, suivant les localités, entre.....	81 et 151 millimètres.
Dans la basse Yonne, entre.....	69 et 102
Dans le bassin de l'Armançon.....	75 et 134
Dans le bassin de la Seine proprement dit, en amont de Paris.....	35 et 124
Dans le bassin de la Marne.....	44 et 86, etc.

Les affluents de l'Yonne ont éprouvé une crue formidable.

On a calculé que l'Armançon à Aisy ne débitait pas moins de 800 mètres cubes par seconde.

On ne peut guère évaluer à moins de 500 mètres les débits séparés du Serein à Guillon, de la Cure à Saint-Père, de l'Yonne à Clamecy. Ces quatre rivières débitaient donc ensemble environ 2,300 mètres cubes d'eau par seconde, tandis que la Seine, à Paris, dont le bassin est bien plus considérable, n'a débité, au maximum de la même crue, que 1,250 mètres cubes environ par seconde.

Cette singulière anomalie tient à un fait bien simple, à ce que les crues de ces quatre rivières, qui sont arrivées les premières sous les ponts de Paris, ont passé l'une après l'autre, et ont précédé de plusieurs jours les crues des autres affluents.

Que fallait-il pour que la crue de Paris dépassât toutes les crues connues?

Que la pluie des 23 et 24 septembre continuât avec la même intensité pendant trente heures de plus, le 25 et le 26.

En effet, j'étais alors en Bourgogne, et j'ai constaté sur place que les affluents les plus violents avaient atteint leur hauteur maximum vers le 24 septembre, mais qu'ils étaient rentrés dans leur lit le 26 au matin, tandis que les affluents les plus tranquilles n'avaient atteint leur maximum que vers le 26 dans la journée.

Ces crues violentes et tranquilles ont donc passé sous les ponts de Paris les unes après les autres.

Il est bien évident que si la pluie avait duré avec la même intensité jusqu'au 26, la crue des affluents violents se serait soutenue au delà de cette date, c'est-à-dire au delà du jour où j'ai constaté le maximum de la crue des affluents lents.

Les ponts de Paris auraient donc débité, par seconde, non-seulement les 2,300 mètres cubes de l'Yonne, de la Cure, du Serein et de l'Armançon, mais encore le produit des autres affluents, de la Seine proprement dite, qui était en retard, de la Marne, qui n'a rien donné et pouvait doubler le produit de l'Yonne.

Mais on arrive par une observation bien simple à reconnaître que les crues de l'âge de la pierre devaient être beaucoup plus considérables. Les affluents violents dont il vient d'être question sortent des terrains imperméables dont la surface est peu développée dans le bassin de la Seine.

Voici, en effet, la surface de ces terrains.

	kilom. carrés.
Granites	1685
Lias	2520
Craie inférieure	5500
Argiles du Gatinais	3700
— à meulières de Brie	4470
— à meulières supérieures	540
— des sources de l'Eure	1025
Surface totale des terrains imperméables.	19440

Les terrains perméables qui absorbent les eaux pluviales sur place et produisent ces cours d'eau tranquilles, dont les crues passent toujours sous les ponts de Paris après le maximum de la crue du fleuve, sont au contraire très-étendus.

Calcaires oolithiques	13950
Craie blanche	16610
Sables, calcaires et gypses éocènes	6475
Calcaire de Beauce et sables de Fontainebleau.	4420
Limons des plateaux drainés par la craie de la forêt d'Othe, du bassin d'Eure et de la Normandie	11880
Terrain de transport des vallées	5875
Total	59210

Je démontrerai dans mon mémoire, et je me borne à énoncer ici, que dans l'âge de la pierre les pluies étaient assez abondantes pour que les eaux pluviales ruisselassent à la surface de ces terrains aujourd'hui si complétement perméables; donc, la surface des terrains qui laissaient ruisseler l'eau n'était pas de 19,440 kilomètres carrés, comme aujourd'hui, mais de 19,440+59,210 ou de 78,650, c'est-à-dire quatre fois plus grande. En admettant donc une pluie égale en intensité à celle des 23 et 24 septembre 1866, mais durant 30 heures de plus, produisant dans tous les terrains imperméables un écoulement égal à celui de l'Armançon dans la crue de septembre, on arrive à un débit supérieur à celui indiqué ci-dessus.

Le ruissellement des eaux pluviales à la surface de terrains aujourd'hui entièrement perméables suffit donc pour démontrer l'existence des cours d'eau de l'âge de la pierre, et ce ruissellement a pu être la conséquence d'une très-petite modification des lois météorologiques actuelles.

La transition de l'âge de la pierre taillée s'est faite brusquement par une modification de ces lois météorologiques. Les grands cours d'eau sont devenus nos ruisseaux modernes.

C'est ce qu'on constate facilement, parce que dans beaucoup de localités on voit encore le dernier des grands lits de l'âge de pierre.

Je dois encore me borner à énoncer ici ce que je démontrerai dans mon mémoire.

Toutes les fois qu'un cours d'eau coule dans un lit trop large, il travaille incessamment à se rétrécir et il emploie pour cela deux espèces de matériaux.

Si le bassin de ce cours d'eau est imperméable, si les eaux pluviales ruissellent à la surface en assez grande abondance pour produire des crues violentes et limoneuses, l'excès de largeur du lit se remplit avec *du gravier*, *du sable ou du limon*.

Si le bassin est perméable, les eaux pluviales passant par les sources en grande partie ne peuvent produire des crues violentes et ne charrient ni gravier, ni sable, ni limon; alors l'excès de largeur du lit se remplit avec *de la tourbe*.

Le dernier des grands lits de l'âge de la pierre s'est donc rempli avec du gravier, du sable et du limon dans les cours d'eau dont les bassins sont imperméables, c'est-à-dire, d'après ce qui a été dit ci-dessus, renferment une surface suffisante de granite, de lias, de craie inférieure, d'argiles à meulières, etc.

Le remplissage s'est fait avec de la tourbe lorsque le bassin est perméable, c'est-à-dire lorsqu'il se compose en grande partie de calcaires oolithiques, de craie blanche, de sables et de calcaires éocènes, de calcaires de Beauce et de sables de Fontainebleau, ou qu'il est drainé par un de ces terrains, comme le sont les plateaux de la forêt d'Othe, de la vallée d'Eure, du pays de Caux, etc.

Dans mon mémoire, j'ai pu entrer dans de grands détails sur la paléontologie quaternaire du bassin de la Seine, grâce au concours empressé de M. Éd. Lartet et aux renseignements qui m'ont été fournis par plusieurs de nos confrères.

Je dois me borner ici à un simple énoncé des faits principaux.

Les ossements sont rares dans les terrains que j'ai classés comme diluviens, c'est-à-dire dans les limons des plateaux et dans les graviers des hautes terrasses.

Ils sont presque aussi rares dans les graviers des cours d'eau qui, en raison de leur grande pente, ont abaissé promptement leurs lits au niveau où ils coulent aujourd'hui, tels que les graviers des terrains granitiques et oolithiques.

Ils deviennent plus communs dans les larges vallées des terrains crétacés, et ils le seraient plus encore si les sablières y étaient exploitées sur une plus large échelle.

C'est surtout dans la traversée des terrains tertiaires que les découvertes ont été nombreuses, et je démontre par l'exposé des faits que c'est surtout dans les anses et sur la rive convexe des tournants qu'elles ont été faites.

Aujourd'hui je me borne à mettre sous les yeux de la Société quelques-uns des ossements les plus intéressants que j'ai découverts dans les graviers des hauts niveaux de l'anse de Montreuil.

Jusqu'ici on ne connaissait, dans le bassin de la Seine, à ces altitudes élevées, que le gisement de Joinville-le-Pont.

Celui de Montreuil m'a été signalé par M. J. Prestwich.

J'ai découvert dans cette carrière plusieurs dents de Rhinocéros considérés jusqu'ici comme pliocènes, notamment des molaires de *Rhinoceros etruscus* et de *Rhinoceros Merckii*.

M. Éd. Lartet a donné le nom de *Cervus Belgrandi* à un grand Cerf dont voici un très-beau frontal.

Le front est à peu près aussi large que celui du *C. megaceros*, mais le bois est plus grêle, l'andouiller basilaire manque et ne se projette point en avant, mais est tourné vers l'autre bois.

Ce grand cervidé ne devait pas être rare dans le bassin de la Seine, car j'ai trouvé des bois appartenant à quatre individus différents dans une seule sablière de Montreuil, celle de M. Savart. Il appartient aux hauts et bas niveaux. M. Reboux en a recueilli un fragment de bois dans les sablières de Levallois.

Les ossements, aussi bien que les silex taillés, se trouvent surtout dans les graviers de fond. Comme les cadavres y arrivaient en flottant, on comprend immédiatement d'après le mode d'alluvionnement indiqué ci-dessus, que les ossements des plus volumineux doivent se trouver surtout dans les couches les plus profondes des sablières. Au fur et à mesure que la profondeur de l'eau diminuait par suite de l'alluvionnement, les cadavres des gros animaux ne pouvaient plus atterrir; aussi, dans les couches supérieures des graviers de fond, on ne trouve plus que les cervidés de taille médiocre, tels que le Renne, tandis que les ossements des Éléphants adultes et de grande taille ne se rencontrent qu'au fond des sablières.

A Paris, les plages de gravier, aux points d'alluvionnement, étaient des ateliers de fabrication de silex taillés; c'est ce qui a été récemment démontré par une intéressante découverte de M. Reboux. On sait que, dans tous les grands cours d'eau, les plages de gravier sont disposées en pente douce et se découvrent en temps de basses eaux.

Les gros silex propres à la préparation des *nuclei* se trouvent surtout dans les parties inférieures des sablières. M. Reboux a constaté, qu'en effet, dans les couches inférieures, on trouvait un grand nombre d'éclats détachés des nucleus. Les instruments terminés se trouvent surtout dans les couches un peu plus élevées où l'on était plus à l'aise pour achever la taille.

Quelques observations sont ensuite échangées entre MM. Belgrand, Hébert, Marcou et de Mortillet, sur l'âge des dépôts quaternaires relativement à la période glaciaire.

M. Hébert dit qu'il a vu en Suède la formation erratique du Nord recouvrir une formation de graviers et de cailloux roulés, semblable à celle du nord de la France.

M. Éd. Lartet admet que cette superposition se vérifie en Suède; mais il croit qu'elle ne s'étend pas au reste de l'Europe et qu'en Angleterre, notamment, on n'a jamais vu de cailloux roulés sous le *forest-bed*.

M. Belgrand ayant dit, dans sa communication, que les grands cours d'eau à faible pente sont parvenus à la stabilité et non point les cours d'eau rapides, M. Dausse présente à ce sujet l'explication suivante :

Les grands cours d'eau à faible pente étant rapides à leurs sources, il s'ensuit que la stabilité effective du tronc implique celle des rameaux. Pour ceux-ci, comme pour le tronc qu'ils alimentent, la stabilité a été acquise, en chacune de leurs parties, lorsque la résistance du lit, fonction de la pente, est devenue égale à la force du courant. Cette thèse a été développée par M. Dausse en plusieurs mémoires devant l'Académie des sciences (voir entre autres les *Comptes rendus* du 13 avril 1857, 21 juin 1858, 13 juin 1864).

Toutefois, la portée ou le débit des cours d'eau rapides, comme des cours d'eau lents, variant sans cesse et conséquemment la force de leur courant, il y a des oscillations continuelles autour de l'état moyen, seul réellement fixe, et ces oscillations sont beaucoup plus marquées et beaucoup plus apparentes pour les cours d'eau rapides que pour les cours d'eau lents. Il sied d'ajouter qu'elles ont lieu en général à la fois sur le profil en long du *thalweg* et en plan, ces dernières oscillations étant les plus considérables et les plus manifestes. Suivant M. Dausse, il n'y a que cette différence dans l'état actuel des cours d'eau lents et des cours d'eau rapides; pour les uns comme pour les autres, cet état actuel est l'état stable; seulement, c'est l'état stable propre aux uns et aux autres.

A l'appui de cette assertion, M. Dausse a cité l'Adige, à Vérone, où l'on peut constater que, dans l'emplacement du pont romain, le niveau moyen des basses eaux est aujourd'hui ce qu'il était dans l'antiquité, encore bien que ce grand cours d'eau soit assez rapide pour charrier, et qu'il n'ait, en effet, cessé de charrier depuis 2000 ans de très-gros cailloux.

Il y a donc, même pour les cours d'eau rapides, des points où le niveau moyen des basses eaux est fixe; c'est toujours contre le pied des obstacles immuables, et c'est là que les ponts sont bien placés, ainsi que les Romains nous l'ont appris. Les grandes oscillations des cours d'eau rapides ont leur libre jeu et s'observent dans les plaines où rien n'appelle et n'enchaîne leur courant.

Mais la stabilité des cours d'eau de tout genre, qu'ils n'ont acquise qu'à la longue, et dont le maintien est si important, l'homme peut la détruire en peu de temps par la destruction

des forêts sur les montagnes; cet attentat sauvage était réservé à notre siècle de progrès.

Séance générale annuelle du 12 *mars* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELESSE, VICE-PRÉSIDENT.

Dans sa séance du 20 mai 1867 (*Bulletin*, t. XXIV, p. 652), la Société avait décidé qu'à l'avenir elle tiendrait une séance générale annuelle le second lundi du mois de mars. Conformément à cette décision et à une seconde prise, le 3 février 1868 (*Bulletin*, t. XXV, p. 360), elle s'est réunie le 12 mars suivant, dans le local ordinaire de ses séances. Un grand nombre de membres assistaient à cette réunion, la première de ce genre.

M. Delesse, l'un des vice-présidents de l'année précédente, occupe le fauteuil de sa présidence.

La liste des membres admis dans la Société pendant l'année 1867 et celle des membres décédés pendant la même année sont lues par M. le Président.

MM. d'Archiac et Alf. Caillaux donnent lecture des notices nécrologiques suivantes :

Notice sur la vie et les travaux d'Auguste Viquesnel; par M. d'Archiac.

INTRODUCTION.

Par une décision du 18 mars 1867, la Société a prescrit que des *notices biographiques* seraient écrites sur ceux de ses membres qui, décédés dans l'année, avaient rendu des services à la science ; elle consacrait ainsi un principe dont l'application avait été jusque-là facultative. En décidant en outre que ces *notices* seraient lues dans une réunion générale, elle a voulu donner plus de solennité à l'expression de ses regrets par la présence d'un plus grand nombre de ses membres pour les partager.

L'exécution de ces mesures, dictées par un sentiment si louable de justice et d'affection, ne pouvait être inaugurée dans

une circonstance plus propre à en démontrer la parfaite convenance et l'utilité. La Société m'ayant chargé de remplir ce pieux devoir envers Auguste Viquesnel, je la remercie de m'avoir fourni l'occasion d'être une seconde fois l'interprète de son estime pour celui qui, surveillant toujours ses intérêts avec un zèle si éclairé, montra, pour la science comme pour ses amis, un dévouement et une abnégation sans bornes.

Auguste Viquesnel naquit à Cires-les-Mello (Oise), le 5 mars 1800. Son père avait été appelé à l'Assemblée législative par le district de Senlis. Mis en prison sous la Convention, il en sortit pour remplir dans son arrondissement des fonctions administratives jusqu'à sa mort, arrivée en 1804. L'éducation du jeune Viquesnel, dirigée par une mère attentive et d'un esprit distingué, ne se ressentit pas de cette triste circonstance, et il termina ses études au collége de Sainte-Barbe, d'où il sortit en 1818.

Dès son entrée dans le monde, à un âge où l'on n'a pas d'ordinaire occasion de prouver son désintéressement, il se signala par un procédé d'une délicatesse et d'une générosité dont ses contemporains ont conservé le souvenir, quoi que fît sa modestie pour qu'on l'oubliât ; à cet égard, la suite a tenu tout ce que promettait cet heureux commencement. La première période de sa vie fut consacrée aux affaires, qui lui réussirent, et l'union qu'il contracta dans le même temps semblait devoir compléter une existence où l'ambition n'avait aucune part.

Mais l'activité naturelle de son esprit et le besoin d'une occupation sérieuse et continue poussèrent bientôt Viquesnel dans une autre voie. C'est celle où nous allons le suivre et où se révéleront toutes ses aptitudes et toute son énergie au travail.

Reçu membre de la Société, le 6 mai 1833, il accompagnait l'été suivant ses nouveaux confrères en Auvergne et recevait, au pied des volcans anciens de la France centrale, le baptême de la science, entouré des géologues de cette époque dont il se fit bientôt autant d'amis. Il comprit alors que les nouvelles études auxquelles il allait se livrer exigeaient quelques connaissances qui lui manquaient, entre autres la chimie, à laquelle il s'adonna dans un laboratoire particulier, et qu'il cultiva pendant plusieurs années avec cette ténacité que nous retrouverons dans toute sa carrière scientifique.

Dans l'exposition des travaux de notre confrère, nous ne suivrons pas un ordre absolument chronologique, les sujets qui

l'ont surtout occupé ayant été traités par lui à diverses reprises. Nous grouperons ceux-ci d'après leur nature, de manière à faire ressortir la valeur des résultats obtenus. Ainsi nous examinerons successivement ceux de ses travaux qui ont trait à diverses parties de la France, ceux qui se rapportent à l'administration de la Société, enfin ceux, de beaucoup les plus importants, qui résultent de ses voyages en Turquie.

§ I. — TRAVAUX GÉOLOGIQUES RELATIFS A LA FRANCE.

L'étude des dépôts tertiaires du bassin de la Seine, sur leur limite orientale, avait été fort négligée, lorsque Viquesnel donna en 1838 une note sur les environs de Vertus. Ce fut sa première publication. Il montra que la butte du Mont-Aimé, formée de craie blanche à sa base et dans sa partie moyenne, était couronnée par une série de marnes et de calcaires en bancs épais vers le haut, remplis de moules et d'empreintes de coquilles marines qui pouvaient être alors regardées comme tertiaires. En décrivant le plateau de la Madeleine, qui domine le bourg de Vertus, il en compare la constitution avec celle du Mont-Aimé, établit la relation de l'assise principale, celle qu'on exploite sous le nom de *pierre de Faloise*, et fait remarquer que le tout s'est déposé dans des dépressions préexistantes de la craie, dont la surface était fort inégale. Il s'occupe ensuite des dépôts lacustres situés entre ce point et Épernay, montre les calcaires et les marnes recouvrant les lignites avec leurs sables et leurs argiles remplis de coquilles les plus caractéristiques de cet étage. Parmi ces calcaires, celui de Grauves, sorte de brèche exploitée comme marbre dans les carrières du moulin Darcy, fixe particulièrement son attention.

Pendant les voyages qu'il fit de 1840 à 1845, Viquesnel observa, dans les Pyrénées, des veines saillantes de granite à formes prismatiques, dans le massif du Cantal, la dépression des crêtes et la position particulière qu'y affectent les calcaires lacustres, aux environs de Clermont, les filons de basalte, injectés dans les pépérinos du Puy de Montaudou. Dans le voisinage de Vichy, il a décrit les roches de transition avec les produits ignés qui les ont traversées (fraidronite, pétrosilex, porphyre, basalte). Il s'est également occupé des couches tertiaires avec poissons, Cypris et tubes de Phryganes de cette localité, au sud et au nord de Cusset, au Vernet, le long du

Sichon, ainsi que des travertins anciens exploités à l'ouest de la source des Célestins. Ces derniers renferment des coquilles lacustres, des ossements de mammifères et des pisolithes recouvertes de dendrites, mais que les sources actuelles ne produisent plus.

Le travail le plus complet que l'on doive à Viquesnel est celui qu'il donna *sur le terrain à combustible exploité à Mouzeil et à Montrelais* (Loire-Inférieure), à la suite d'études faites en commun avec MM. Audibert et Durocher, pendant l'automne de 1842. Ce mémoire, intéressant à plus d'un titre, est peut-être celui qui, dans un cadre restreint, représente le mieux les aptitudes particulières de notre confrère, sa manière d'observer et de décrire les faits géologiques, enfin son extrême sobriété de déduction à l'égard de toute hypothèse qui n'est pas suffisamment justifiée.

« Si l'on parcourt, dit-il, les collines qui dominent la « rive gauche de la Loire, entre le Mesnil et Saint-Florent « (Maine-et-Loire), on rencontre le gneiss et le micaschiste, « dont les couches suivent généralement la direction N. 55° à « 65° O. magn. La grauwacke et les schistes argileux reposent « sur ces roches en stratification concordante, et prennent à « leur approche un aspect de plus en plus cristallin. D'une « part, le passage gradué qui s'observe entre le système de la « grauwacke et le système du gneiss, et de l'autre la concor- « dance de la stratification semblent indiquer que ces couches, « de nature différente, font partie d'une même formation et « que les caractères minéralogiques des schistes cristallins « doivent être le résultat du métamorphisme.

« A partir du point où l'action modifiante a perdu toute « influence, si l'on s'avance du S. vers le N., de manière à « couper la direction des couches, on voit la grauwacke alter- « ner avec des schistes argileux de diverses couleurs. On « retrouve le même système sur la rive droite de la Loire, entre « Varades et Ancenis. En continuant de marcher vers le N., on « peut voir la zone à combustible, qui s'étend d'Ingrande à « Mouzeil, se lier intimement à ce système et s'y intercaler de « la manière la plus claire. L'alternance des couches à com- « bustible avec celles de la grauwacke, le développement plus « ou moins prononcé de leurs différentes parties, la constance « de la direction N. 55° à 65° O. magn., celle du plongement « au N. 55° à 65° E., nous engagent à considérer les couches à « combustible de la basse Loire comme un accident du dépôt

« de la grauwacke dont la partie inférieure est passée à l'état « de schiste cristallin. »

Cela posé, Viquesnel examine successivement : 1° ce qu'il nomme le système de la grauwacke, inférieur aux couches à combustible ; 2° l'intercalation de ces mêmes couches à combustible dans ce système, démontrée par l'étude détaillée minéralogique et stratigraphique d'une suite de coupes tracées du S. au N., perpendiculairement à la direction ; 3° les caractères propres et la disposition des couches de charbon de Mouzeil et de Montrelais, où existent des accidents particuliers et certains amas, entre autres celui désigné sous le nom de *plateur*, objet d'un second travail publié en 1848.

Après avoir aussi traité des porphyres quartzifères qui ont pénétré à travers les roches stratifiées, notre confrère conclut, de l'ensemble de ses recherches, que le grand système de la grauwacke des bords de la Loire passe vers le bas aux schistes cristallins, qu'il renferme, comme couches subordonnées et affectant la forme de lentilles, des quartzites, des calcaires et des roches accompagnées de combustible, le tout lié de manière à ne pouvoir constituer qu'une seule et même formation.

De plus, les couches à combustible ont subi d'énergiques dislocations alors que la matière charbonneuse était encore assez molle pour être comme injectée par la pression dans les fissures des roches encaissantes déjà solidifiées. Quant aux caractères du charbon, ils constituent généralement une houille maigre, quelquefois seulement grasse et collante.

Il est peu probable, continue Viquesnel, que ces dépôts aient été redressés en forme de bassin, et en effet les observations ultérieures ne sont point parvenues à démontrer des inflexions accusant une pareille disposition dans le pays. Quoiqu'il soit probable, ajoute-t-il, que la grande zone à combustible se trouve à la partie supérieure du système de la grauwacke, le fait n'est pas encore démontré, et, aujourd'hui même, ces questions stratigraphiques et théoriques restent à résoudre, quoique l'âge des bancs calcaires ait pu être déterminé à l'aide des fossiles qu'on y a rencontrés.

Enfin les roches porphyriques, enclavées dans ce même système, soit au nord, soit au sud de la zone à combustible, sont sorties par des fentes sans redresser les couches. Dans leur voisinage, celles-ci ont conservé leur inclinaison normale et sont plus ou moins modifiées dans leurs caractères pétrogra-

phiques. Les roches ignées ne paraissent pas d'ailleurs être toutes contemporaines.

Pendant son séjour à Bagnères-de-Bigorre, en 1850 et 1851, Viquesnel fit des recherches intéressantes aux environs de cette ville. Des notes prises avec beaucoup de soin, accompagnées de profils et d'une carte géologique coloriée, avaient été rédigées, mais n'ont pas été publiées. Ce fut seulement par la communication qu'il nous en fit que nous pûmes insérer leurs principaux résultats dans le tome VI de l'*Histoire des progrès de la géologie* (p. 538-541, 1856). Ces études portaient principalement sur les roches fossilifères avec Bélemnites et *Pecten*, de la période jurassique, qu'il avait suivies, depuis quelques lieues à l'ouest de Bagnères jusqu'à la vallée d'Aure à l'est et aux carrières de Sarrancolin.

§ II. — Travaux administratifs.

Si, quittant un instant le domaine de la science, nous pénétrons dans celui de notre administration intérieure, nous rappellerons qu'en 1843 la Société choisit Viquesnel pour gérer ses finances, et que l'aptitude singulière qu'il montra dans les fonctions de trésorier nous le fit connaître sous un nouveau jour et apprécier encore davantage. Il ne se borna pas, en effet, à un sage emploi de nos ressources, à établir l'équilibre des recettes et des dépenses, à la tenue régulière des registres, à accélérer les rentrées; mais, après un relevé de tout ce que contenaient les livres ouverts depuis quinze ans, il dressa la statistique complète administrative de la Société, à partir de sa fondation. Lorsqu'on cherche à se rendre compte des combinaisons de chiffres fournies par l'entrée et la sortie des membres, par leur extinction, et des conséquences qui en résultent pour les intérêts de la Société, puis par la comparaison des recettes et des dépenses des budgets successifs et des éléments divers qui les composent, et lorsqu'enfin on arrive aux conséquences que l'auteur en déduit pour l'avenir de notre Association, on reste frappé de la quantité prodigieuse de calculs qu'il a fallu faire pour construire ces tableaux qui constituent un ensemble de documents complets fort curieux, même indépendamment de toute application. Ce travail, qui forme un manuscrit considérable, a été présenté à la Société le 6 mai 1844 et déposé dans ses archives. Un résumé assez étendu, avec des tableaux généraux, a été publié dans le *Bul-*

letin, à la fin du XIVe volume, ou du dernier de la première série, qu'il termine ainsi de la manière la plus heureuse. Un complément présenté le 15 décembre 1845 a été déposé également dans nos archives pour y être consulté.

Par suite de cette connaissance profonde de nos intérêts et de la bonne direction qu'il avait imprimée à toutes les parties du service, Viquesnel dut être fréquemment chargé par la Commission des finances, dont il fit partie jusqu'en 1853, du rapport annuel sur la gestion des trésoriers qui lui succédèrent, et son utile influence sur la marche de nos affaires a survécu à l'exercice de ces diverses fonctions et subsiste même encore aujourd'hui que vingt-cinq ans se sont écoulés.

§ III. — Travaux scientifiques sur la Turquie d'Europe.

Après avoir rappelé les travaux de diverses sortes qui assuraient à Viquesnel, d'une part l'estime et de l'autre la reconnaissance de ses confrères, j'ai hâte d'arriver à des titres plus sérieux encore, plus durables surtout, acquis au prix de plus grands efforts et de plus longs sacrifices. C'est à la partie orientale de l'Europe que Viquesnel est allé les demander, et ce n'a pas été en vain, car aujourd'hui son nom est irrévocablement attaché à toutes les connaissances géographiques, géologiques, météorologiques et statistiques concernant la partie continentale de la Turquie située à l'ouest du Bosphore.

Dès 1836, il fait, avec MM. Boué et de Montalembert, un voyage dans la Servie, la haute Mœsie et la Macédoine. Deux ans après, il en entreprend un second, avec M. Boué, dans l'Albanie, l'Épire, la Thessalie, et complète les renseignements recueillis dans le premier. Par suite, Viquesnel publia, en 1842 et 1846, sous le titre de *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe*, accompagné de deux cartes géologiques et géographiques dressées avec ses documents par le colonel Lapie, les itinéraires très-détaillés de toutes les routes parcourues, complétant ainsi de la manière la plus utile l'ouvrage qu'avait donné M. Boué en 1840.

La première partie du *Journal* de Viquesnel est divisée en quatre chapitres, comprenant autant d'itinéraires. Les roches stratifiées qu'il a observées, dans l'espace compris entre Belgrade, Uskiup et Skoutari, appartiennent à des alluvions récentes, au terrain tertiaire inférieur et moyen, à la formation crétacée, au terrain de transition et au gneiss qui, avec quel-

ques roches ignées, constituent tous les accidents orographiques du pays. Quant aux roches non stratifiées, ce sont : la syénite, qui atteint en Servie le sommet du mont Kopaonik et forme plusieurs des parties élevées de la chaîne, la diorite, seule ou accompagnée de serpentine et de roches diallagiques, la serpentine traversant, sur beaucoup de points, le gneiss et les couches crétacées, des porphyres quartzifères avec amphibole, enfin des éruptions trachytiques qui se sont fait jour aussi sur une multitude de points.

Dans cette région, les couches présentent un grand nombre de directions qui se coupent sous différents angles, montrant que le sol a été accidenté et disloqué à plusieurs reprises. Viquesnel, qui notait toujours avec un grand soin les directions et les inclinaisons, a pu, en les combinant, mettre en évidence les systèmes de soulèvement qui ont donné à la contrée son relief actuel et en distinguer en même temps les dislocations partielles, résultats d'accidents locaux. Il en a formé deux tableaux dont l'un comprend les directions qui ont affecté les couches crétacées, l'autre celles qui se sont manifestées dans les roches de transition et le gneiss. En les disposant ensuite graphiquement en *rose de directions*, d'après la méthode de M. Élie de Beaumont, il en déduit que les six groupes ou faisceaux coïncident dans tous les deux, d'où il résulte que le terrain secondaire, tel qu'il le comprend, a subi les mêmes plissements que les roches anciennes, et que tous les accidents du sol, compris dans les limites de sa carte, sont plus récents que l'étage inférieur de la craie; enfin, en terminant, il les rattache à ceux que MM. Boblaye et Virlet avaient cru pouvoir établir en Morée.

La deuxième partie du *Journal* est divisée en deux chapitres; l'un, consacré à la Macédoine et à la Mœsie supérieure, conduit le lecteur d'Uskiup à Salonik, en lui faisant traverser plusieurs fois les chaînes de montagnes qui séparent ces deux points; l'autre donne la description de l'Albanie méridionale. Les principaux résultats de ce mémoire peuvent se résumer ainsi, relativement aux schistes cristallins, au terrain de transition, aux dépôts crétacés et tertiaires et aux roches supposées d'origine ignée.

Les schistes cristallins et le terrain de transition occupent le tiers environ de la contrée comprise dans les limites de la carte. Ce sont des calcaires grenus, des dolomies saccharoïdes, des grès et des schistes argileux sans traces de corps organisés,

alternant avec des talcschistes et d'autres schistes cristallins auxquels ces roches passent insensiblement. Souvent le gneiss le mieux caractérisé renferme des couches de calcaire subordonnées, ainsi que des dolomies et des quartzites; aussi l'auteur pense-t-il que le gneiss de la Macédoine doit ses caractères cristallins à des actions métamorphiques.

Les couches que Viquesnel rapporte à la formation crétacée occuperaient une moitié de cette même surface, ou la totalité du pays compris entre la côte de l'Adriatique et les terrains précédents. Les calcaires à Hippurites, prolongement de ceux du Pinde, sont, en Macédoine, compactes, subgrenus, quelquefois dolomitiques, avec des couches subordonnées de schistes argileux et de grès.

On sait, comme nous l'avons rappelé ailleurs (1), qu'à l'époque où Viquesnel écrivait ce mémoire, tous les géologues associaient à la formation crétacée les couches nummulitiques des Carpathes, des Apennins, des Alpes, des Pyrénées et même le macigno et le flysch qui les surmontent. Il en était ainsi pour ce que l'on avait dit jusque-là du Caucase, de la Crimée, de la Turquie d'Europe et de la Grèce. Ce n'était donc pas avec des observations faites dans un pays encore aussi peu exploré que notre confrère pouvait se rallier à l'opinion soutenue depuis longtemps par quelques paléontologistes français, mais qui ne devait triompher définitivement qu'en 1849 par la publication du mémoire de sir R. Murchison.

A l'ouest de la bande crétacée précédente, les assises caractérisées par des Nummulites constituent une partie de l'Albanie et de l'Épire. Quoiqu'au pied méridional du Gabar-Balkan les couches nummulitiques reposent en stratification discordante sur les calcaires à rudistes, Viquesnel en conclut seulement la postériorité des premières aux seconds et pense que, dans la Servie, l'Albanie et le massif du Pinde, les Nummulites sont elles-mêmes associées aux Hippurites, opinion due sans doute, comme toutes les assertions analogues, à une confusion de genres ou à des relations stratigraphiques mal comprises encore ou mal interprétées.

Les dépôts tertiaires moyens constituent des bassins dans les dépressions du sol secondaire. Ils ont été parfois redressés jusqu'à des altitudes d'environ 1,000 mètres, et sont caractérisés par les fossiles marins propres à cette période. Quant à

(1) *Paléontologie de l'Asie Mineure, Introduction*, p. 6, 1866.

ceux de la formation supérieure, ce sont, le plus ordinairement, des sédiments lacustres, des conglomérats et des travertins dus à des sources thermales ayant surgi non loin des éruptions trachytiques.

Les roches non stratifiées du même pays sont des granites à gros grains, formant deux protubérances principales recouvertes de gneiss qui passe à une diorite schistoïde. Dans leur voisinage se montrent de nombreux filons de granite à petits grains, de pegmatite, de pétrosilex et d'hyalomicte. La syénite forme une crête peu élevée à l'est de Doubnitza et sur d'autres points. La diorite que, dans la première partie de son *Journal*, Viquesnel regardait comme un produit des mêmes éruptions que la serpentine et l'euphotide, avec lesquelles elle est associée, ne se présente point ici dans les mêmes circonstances et y est moins fréquente. La protogine constitue un massif depuis le défilé de Vlaka jusqu'à la vallée du Partzélista et atteindrait plus de 2,000 mètres d'altitude aux environs de Monastir. La serpentine et l'euphotide se montrent rarement dans cette région, et les roches trachytiques de la Servie, de la Bosnie et de la Haute-Mœsie n'occupent que des espaces très-limités, comparativement à leur développement dans la Macédoine.

Les rapports observés par Viquesnel entre les roches d'origine ignée et les roches stratifiées lui font admettre que le granite, la syénite et la diorite qui les accompagne n'ont redressé par leur apparition que les schistes cristallins. La protogine, la serpentine, l'euphotide et les diorites associées à ces dernières auraient soulevé les couches tertiaires inférieures. Enfin les trachytes, dont les premières éruptions sont antérieures aux dépôts tertiaires moyens, ont continué à s'épancher après la formation de ceux-ci.

Comme précédemment, notre confrère s'est appliqué à coordonner les systèmes de dislocations dont il avait observé les directions; il en a dressé des tableaux et a déduit de la comparaison de ceux-ci, que le sol ancien du pays a conservé les traces de sept phénomènes dynamiques distincts, mais dont une partie seulement se retrouve dans les roches secondaires et tertiaires. Les directions N. 37° O. et N. 15° à 23° O., si profondément gravées sur les couches crétacées avant les dépôts tertiaires, se sont reproduites dans ces derniers, de manière à prouver la récurrence des phénomènes dus à la persistance des causes internes sur les mêmes points ou suivant les mêmes lignes. De même, les trachytes sont arrivés au jour

dans des parties du sol déjà fendillées par des commotions antérieures et accidentées par les injections de diverses roches. Enfin, comme la première partie encore, Viquesnel termine celle-ci par la comparaison et le rapprochement des directions qu'il a déterminées dans ces provinces avec celles qu'ont signalées les auteurs de la *Géologie de la Morée*.

Tels sont les principaux résultats, déjà fort importants, comme on en peut juger, que notre confrère obtint de ses deux premiers voyages dans le sud-est de l'Europe. Bien d'autres à sa place s'en fussent trouvés satisfaits, heureux même d'avoir posé de tels jalons pour guider leurs successeurs. Mais, comme tous les vrais hommes de science, il se préoccupait bien moins de ce qu'il avait fait que de ce qui restait à faire; aussi, loin de se laisser rebuter par les fatigues et les sacrifices de toutes sortes, inséparables de telles excursions dans des contrées encore peu civilisées, Viquesnel songea bientôt à compléter seul ses recherches précédentes par une étude spéciale de la presqu'île de Thrace. Dans ce but, il sollicita une mission particulière de M. le Ministre de l'instruction publique, l'obtint, et, armé de sa boussole, de son baromètre et de son marteau, il reprit, au commencement de 1847, la route de Constantinople, où il arriva très-souffrant.

Par un singulier hasard, il y avait alors dans cette ville quatre voyageurs étrangers, attirés par leur zèle et leur dévouement à la science, et tous quatre aussi retenus par les fièvres, suites de la fatigue et de l'influence du climat. C'étaient deux Français, un Anglais et un Russe. Ils étaient impatients de se mettre en voyage malgré les prudents conseils de leur médecin commun. Le premier qui transgressa les prescriptions de la Faculté, quoique le plus malade, fut un des Français. Il traversa l'Asie Mineure, l'Arménie, visita le nord de la Perse et vint succomber à Ispahan, le 28 août 1848. C'était Hommaire de Hell, que beaucoup d'entre nous ont connu et dont nous avons déploré la fin prématurée, qu'un excès de travail préparait depuis longtemps. Le voyageur anglais partit aussi, dans les mêmes conditions, et ne revint pas non plus. Le voyageur russe fut plus heureux; il était au début d'une exploration de l'Asie Mineure, qu'il poursuivit jusqu'en 1863, et qui fut couronnée d'un plein succès; c'était notre savant ami et confrère, M. Pierre de Tchihatcheff. Enfin le quatrième, que son énergie soutint également, était celui à qui la Société me permet en ce moment de consacrer un dernier souvenir.

Auguste Viquesnel accomplit son projet d'exploration de la Roumélie ou de l'ancienne Thrace, du 20 mai 1847 au 2 janvier suivant. Il parcourut la chaîne côtière de la mer Noire, le plateau situé entre cette chaîne, la mer de Marmara, la mer Égée et le cours inférieur de la Maritza, puis le massif du Rhodope tout entier, de manière à rattacher ses anciennes observations aux nouvelles, et à embrasser dans ses études une large zone allongée de l'O. à l'E., et comprise entre l'Adriatique et le Bosphore.

De retour au printemps de 1848, notre confrère s'occupa de la mise en œuvre des nombreux matériaux qu'il avait rapportés, et qui furent tous donnés au Muséum d'histoire naturelle pour la collection de géologie. Il se mit ensuite à rédiger son grand ouvrage intitulé : *Voyage dans la Turquie d'Europe ou description physique et géologique de la Thrace*, puis à dresser les cartes de l'atlas qui devait accompagner le texte. Mais les lenteurs inséparables d'une aussi vaste publication, dont il ne devait malheureusement pas voir la fin, l'engagèrent à donner successivement plusieurs notes où il exposait certains résultats particuliers de ses recherches et quelques vues générales. Nous devons d'autant plus nous attacher à reproduire ce que ces communications partielles ont de plus important, que ce sont les seules données géologiques qu'il ait publiées lui-même.

L'une des plus intéressantes se rapporte à un sujet qui a souvent occupé les naturalistes et les géographes, depuis Tournefort et Pallas jusqu'à MM. de Verneuil, Virlet, Boué et Dubois de Montpéreux, savoir l'ancienne relation des eaux de la mer, situées au nord et au sud de la Thrace. Dans sa note sur l'emplacement du Bosphore, pendant l'ère nummulitique, Viquesnel, s'appuyant sur les observations d'Hommaire de Hell et sur celles qu'il fit lui-même le long de la mer Noire, des îles Cyanées au cap Karabournou, puis autour du lac de Derkos, conclut que, lors de la formation des dépôts tertiaires inférieurs, dans le bassin de la mer Noire et dans celui de la Thrace, le Bosphore actuel n'existait pas et les communications entre les deux mers se trouvaient à l'ouest du canal. La rive asiatique du Bosphore de cette époque était formée par des roches de transition (dévoniennes) et la rive européenne par les schistes cristallins. Quant aux roches pyroxéniques du pays, les plus anciennes sont antérieures aux dépôts nummulitiques. Le détroit dut être fermé après la formation de ceux-ci, et l'ouverture de celui que nous voyons aujourd'hui aurait eu lieu

après l'époque quaternaire, au commencement de la période actuelle.

On trouvera ci-après l'indication de plusieurs autres notes que Viquesnel rédigea sur les collections qu'avait recueillies Hommaire de Hell dans la Roumélie, puis en Asie jusqu'au Démavend. Ces notes font connaître ce que la science doit à ce courageux et infortuné voyageur; mais nous devons insister ici sur le résumé que Viquesnel donna en 1853 des observations géographiques et géologiques faites pendant ce même voyage de 1847, parce que c'est ce qu'il a écrit lui-même de plus général sur ce sujet.

Après avoir indiqué les sources où il a puisé les documents qui lui ont servi à construire sa carte de la Thrace, il décrit rapidement les principaux caractères orographiques de la mer Noire, ceux du bassin hydrographique de l'Erghénée, rempli de dépôts tertiaires et quaternaires et occupant les trois quarts de l'espace qui sépare la chaîne précédente et le Rhodope. Il esquisse à grands traits la chaîne côtière méridionale ou du golfe de Saros, le massif du Rhodope lui-même, d'où descendent la Maritza et le Strymon; il distingue la vallée transverse du Nestus et la vallée longitudinale de l'Arda. Il signale également les bassins moins importants des affluents de ces rivières et des cours d'eau qui se jettent directement dans la mer Égée.

Passant à ses études géologiques, Viquesnel mentionne, entre cette mer et le Pont-Euxin, les roches stratifiées, comprenant des schistes cristallins, le terrain de transition, des dépôts crétacés, tertiaires et quaternaires. Le profil de Névrokoup à Philippopoli, dirigé du S. O. au N. E., sur une longueur de 27 lieues, montre bien la constitution géologique d'un puissant massif de schistes cristallins, interrompus çà et là par des éruptions trachytiques. Les roches de transition tertiaires et les produits ignés des rives du Bosphore et des environs de Constantinople ayant été l'objet d'une note antérieure, l'auteur s'occupe ici des couches crétacées qui ne se montrent que sur trois points : aux environs de Kostendil, gisement qui se rattache aux dépôts contemporains de la Bulgarie, décrits précédemment dans son *Journal*, puis les deux lambeaux de Kila et d'Inada sur le littoral de la mer Noire.

Les dépôts nummulitiques entourent, d'une ceinture souvent interrompue, les parties sud, est et nord du mont Rhodope. Ils existent sur les deux versants de la chaîne côtière de la mer

Noire, et constituent une partie des collines qui dominent le littoral de l'ancienne Propontide. Pendant leur formation, les plaines actuelles de la Maritza et de l'Erghénée avaient l'aspect d'un golfe bordé de schistes cristallins. La mer Égée et celle de Marmara étaient comprises dans un même bassin qui communiquait avec le Pont-Euxin par le détroit dont nous venons de parler, ouvert à l'ouest de Constantinople.

La coupe de Nébil-Keui, dans la vallée de l'Arda, à 15 lieues à l'ouest d'Andrinople, montre les dépôts de cette période avec une épaisseur de 100 mètres seulement et reposant sur les trachytes, tandis que celle du mont Saint-Élie, sur le littoral de la mer de Marmara, les fait voir à une altitude de 700 mètres recouverts de dépôts lacustres avec gypse, parallèles à ceux de l'Asie Mineure. Dans le massif du Sérian-Tépé, au S. O., les couches très-redressées reposent sur les quartzites et les talcschistes, et, le long de la base méridionale de la chaîne côtière, elles sont tantôt horizontales, tantôt relevées. Au sud du lac de Derkos, elles forment le sommet de collines basses, constituant le prolongement de la chaîne côtière de la mer Noire, pour recouvrir à l'O. les schistes cristallins, comme à l'E. ceux de transition.

Les sédiments tertiaires moyens se sont ensuite formés dans des lacs ou des lagunes situées entre cette même chaîne côtière au N. et le massif du Rhodope au S. Ce sont des grès, des macignos, des mollasses, des marnes ou argiles, des calcaires marneux peu épais avec des conglomérats arénacés et trachytiques. Entre la mer de Marmara et la vallée de la Maritza, ces dépôts sont plus ou moins inclinés, et ils atteignent 900 mètres d'altitude dans les montagnes d'Achiklar; partout ailleurs ils se maintiennent entre 200 et 300 mètres.

Dans la vallée de la Maritza, dans celle de l'Erghénée et jusqu'aux portes de Constantinople, des grès, des mollasses, puis des calcaires marneux et compactes, rapportés à la formation supérieure, recouvrent horizontalement les dépôts précédents. Quant à ceux de l'époque quaternaire, on les observe dans les parties sud du Rhodope, à 200 mètres au-dessus du fond de la vallée, et sur beaucoup de plateaux entre cette chaîne et la mer de Marmara. Ils existent sur les collines de transition des environs de Constantinople, sans pénétrer pour cela dans la dépression même ou sur les rives immédiates du Bosphore, ce qui confirme l'opinion émise relativement à l'ouverture très-récente de ce canal.

Jusqu'à présent, nous ne sachions pas que les traces d'anciens glaciers eussent encore été constatées dans ces contrées montagneuses de la Turquie d'Europe, pas plus que dans l'Asie Mineure, et il est remarquable également qu'aucun débris des grands mammifères quaternaires n'y a été non plus authentiquement annoncé.

Parmi les roches non stratifiées, ignées ou cristallines que signale Viquesnel, nous mentionnerons le granite dans le Rhodope et la chaîne côtière de la mer Noire, mais y occupant des surfaces peu étendues. Dans le Rilo-Dagh, il atteint 2,500 à 3,000 mètres d'altitude. Vers la source du Nestus, il est très-développé. Cette roche a d'ailleurs surgi à diverses époques. La syénite affecte des gisements analogues. On l'observe à Samakov, au pied du Rilo-Dagh, et un autre gisement, situé à 6 lieues de la mer Noire, est remarquable par la présence d'une grande quantité de fer oxydulé titanifère.

Le porphyre quartzifère se montre assez rarement en dykes et en filons dans les schistes cristallins; la serpentine également. Les trachytes abondent dans le Rhodope et sont rares au contraire dans la chaîne côtière de la mer Noire. La variété la plus remarquable par sa fréquence et la diversité de ses gisements est un porphyre trachytique quartzifère. La plus grande altitude de ces roches est au sud de Philippopoli, où elles atteignent 2,161 mètres. Leur éruption, qui a précédé les dépôts tertiaires inférieurs, s'est continuée après. Les mélaphyres sont dans le même cas, et les basaltes sont très-rares dans la Turquie d'Europe, Viquesnel n'en ayant observé qu'en un seul point, aux environs de Tchorlou et fort loin des éruptions trachytiques.

Des faits que nous venons de rappeler, notre confrère a pu conclure que le Rhodope et la portion de la chaîne côtière de la mer Noire qu'il a parcourue ont formé des îles jusqu'à l'époque tertiaire. Aucun sédiment de transition ni secondaire ancien ne les a recouverts; mais des affaissements partiels ont permis aux roches crétacées de se déposer au nord-ouest et peut-être au sud-est du Rhodope, comme sur quelques points du littoral de la mer Noire. Après la période crétacée, des dislocations ont préparé le golfe nummulitique, et la mer tertiaire a pu pénétrer jusqu'au cœur du massif montagneux précédent. Les rivages de la mer Égée et ceux de la mer Noire ont participé à cet affaissement, tandis qu'au N. O. le Rhodope continuait à dominer au-dessus des eaux. De nouveaux mouvements

du sol ont mis fin à cette première série de dépôts tertiaires; le relèvement du fond a diminué l'étendue du golfe, et, à en juger par les fossiles, l'aurait transformé en un ou plusieurs lacs d'eau saumâtre. Enfin des dislocations subséquentes ont également réagi sur la distribution et les caractères des sédiments tertiaires supérieurs et quaternaires.

Nous arrivons maintenant à l'œuvre capitale de notre confrère; mais, quoique beaucoup plus étendue que tout ce qui précède, son examen ne nous tiendra pas longtemps, car ce qui en a été publié par lui ne se rapporte pas précisément aux sciences dont s'occupe la Société, et ce qu'il y a de véritablement important dans les résultats géologiques de ses recherches se trouve compris dans ce que nous venons de dire.

A partir de 1855, la publication du *Voyage dans la Turquie d'Europe ou description physique et géologique de la Thrace* a marché sans interruption, et un volume complet grand in-4° de 636 pages, accompagné d'un atlas in-folio de 34 planches, a pu être exécuté complétement sous les yeux de l'auteur. Ce volume n'est à proprement parler que l'introduction du vaste travail auquel il s'était voué avec une ardeur et une persévérance sans égales. On n'y trouve, en effet, que des sujets accessoires qui ne devaient pas entrer dans le plan primitif de ses études ni de ses recherches locales. Mais Viquesnel les a traités avec un tel soin, avec un tel désir de compléter son œuvre, en y introduisant tout ce qu'il croyait devoir en éclaircir les diverses parties, qu'on ne sait si l'on doit regretter cette extension de travail, bien qu'elle l'ait évidemment détourné du sujet principal que le temps ne lui a pas permis de publier lui-même.

Dans cette première partie de son livre, Viquesnel consacre vingt-trois chapitres à l'histoire de l'empire ottoman, à l'ethnographie de ses diverses races en Europe, à tout ce qui concerne la population, la statistique, l'administration, la religion, la propriété, l'instruction, les finances, l'agriculture, l'industrie et le commerce. Dans un appendice divisé en cinq chapitres, il jette un coup d'œil sur quelques points de l'histoire générale des peuples slaves et de leurs voisins les Turcs et les Finnois.

La lecture de ce volume fait naître à la fois un étonnement profond et une véritable admiration par l'immensité des recherches de toutes sortes auxquelles l'auteur a dû se livrer, comme par l'énergique persévérance qu'elles ont exigée dans des voies si diverses. La bonne disposition des matières, la

clarté et la fermeté du style qui a tous les caractères qui conviennent à l'histoire ne sont pas non plus ses moindres mérites.

On est également frappé du prodigieux labeur qu'ont exigé les diverses parties du grand atlas que Viquesnel a pu mener à bonne fin. Ces vingt itinéraires détaillés, reproduits graphiquement sur autant de feuilles à l'échelle $\frac{1}{100.000}$, réunis ensuite dans un tableau d'assemblage au $\frac{1}{1.000.000}$, puis la carte géographique générale de la Thrace et des provinces voisines au $\frac{1}{300.000}$, synthèse complète de toutes ses recherches dans cette direction, les planches de profils orographiques et géologiques, la carte particulière du Rhodope, les cartes ethnographiques et politico-historiques sont autant de témoignages de ses études profondes et variées.

Mais à cette impression d'une juste estime pour d'aussi rares mérites vint bientôt se mêler une pensée douloureuse, celle que de tels résultats n'avaient été obtenus qu'au prix d'un travail excessif, d'une tension trop continue de la pensée sur le même sujet, qui, altérant peu à peu la santé de notre confrère, avaient préparé et avancé sa fin. Nous le perdîmes, en effet, après une courte maladie, le 8 février 1867 (1).

Viquesnel, qui avait été nommé plusieurs fois l'un de nos vice-présidents, fut appelé en 1858 au fauteuil de la présidence. Il était depuis 1853 membre de la *Société philomatique*, et avait été en 1852 l'un des fondateurs les plus zélés de la *Société météorologique de France* dont il fut président en 1862.

Au milieu des regrets de toutes sortes dont nous sommes ici l'interprète, il en est encore un qui fut vivement senti par ceux d'entre nous qui accompagnèrent notre ami à sa dernière demeure, c'est qu'après tant de travaux, de sacrifices, de dévouement, de services rendus à son pays et à l'étranger, après une existence entière si honorable à tous égards, sa tombe ne fut pas ornée du plus simple ruban. Sans doute Viquesnel s'était toujours montré plus jaloux de mériter les récompenses que de les obtenir; mais n'était-il pas de ceux que le Pouvoir s'honorerait d'aller chercher au milieu de leurs travaux, lorsque, par un excès de modestie, qui n'est qu'un mérite de plus, ils ne vont pas au-devant de lui?

Quoi qu'il en soit, notre confrère, par sa volonté toujours

(1) Plusieurs discours ont été prononcés sur la tombe de Viquesnel par MM. Henri Martin, Virlet et d'Archiac.

dirigée vers le même but, par sa pensée constamment occupée à approfondir les sujets d'étude qu'il avait choisis, a su se créer des titres solides et vrais, qu'il ne doit qu'à lui seul et qui lui survivront dans la science comme lui survivront dans le cœur de ceux qui l'ont connu les sentiments qu'il y a fait naître.

Rappellerai-je actuellement les qualités de l'homme après avoir parlé de celles du savant? Ce serait peut-être courir le risque de demeurer au-dessous des impressions et des souvenirs de ceux qui ont pu les apprécier, et je ne me flatterais pas d'en donner une idée complète à ceux qui n'ont pas eu cet avantage. Son caractère si égal, ses relations si sûres, son obligeance si parfaite, ses manières simples et franches, l'absence de toute préoccupation personnelle donnaient à son commerce un agrément particulier qu'on ne saurait oublier.

Enfin, en retraçant ici quelques-unes des phases de cette carrière si bien remplie, quoique brisée avant le temps, quelques-uns des résultats de ces recherches qui assurent à notre regretté confrère un rang bien honorable dans l'histoire de la science, nous ne devons pas omettre non plus de rappeler ce calme et cette fermeté qu'il conserva jusqu'à ses derniers moments avec toute la lucidité de son intelligence. Aussi cette sérénité si parfaite, témoignage de la force dont il avait donné tant de preuves, fut pour ceux qui l'entouraient de leurs soins affectueux, et surtout pour la compagne de sa vie, une consolation qu'il semblait leur avoir réservée pour adoucir encore, autant qu'il dépendait de lui, la douleur de la séparation (1).

---

(1) Madame Viquesnel a voulu que l'œuvre à laquelle son mari avait consacré un temps si considérable ne restât point inachevée, et elle continue la publication du deuxième volume du *Voyage dans la Turquie d'Europe*. Les manuscrits laissés par Viquesnel et confiés aux soins de quelques amis, heureux de lui donner cette dernière preuve d'attachement, sont exactement reproduits et comprennent : la *météorologie*, le *nivellement barométrique de la Thrace* (calculé par M. Parès), les *itinéraires géographiques*, la *géologie descriptive* et la *paléontologie* (par M. d'Archiac).

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

DES PUBLICATIONS D'AUGUSTE VIQUESNEL

NOTA. — A l'exception de son *Voyage dans la Turquie d'Europe*, les publications de Viquesnel ont été insérées dans des recueils scientifiques, et nous préférons, à un ordre chronologique absolu, un ordre chronologique relatif pour chacun de ces recueils.

Bulletin de la Société géologique de France, in-8°.

1re SÉRIE.

Tome IX, p. 296, 21 mai 1838. Mention d'une communication sur la géologie de la Turquie d'Europe.

— *Ibid., ibid.* Note sur les environs de Vertus (Marne).

— XIII, p. 15, 8 novembre 1841. *Sur le marbre tertiaire de Grauves.*

— XIV, p. 53, 7 novembre 1842. Mention de veines saillantes prismatiques de granite dans les Pyrénées.

— *Ibid.*, p. 132, 19 décembre. Remarques sur la dépression des crêtes dans le Cantal et sur la position des calcaires lacustres.

— *Ibid.*, p. 145. *Note sur les environs de Vichy* (Allier), avec coupes.

2e SÉRIE.

Tome I, p. 70, 4 décembre 1843. *Note sur le terrain combustible exploité à Mouzeil et à Montrelais* (Loire-Inférieure), rédigée par M. A. Viquesnel, d'après les observations qu'il a faites avec MM. Audibert et Durocher. Une planche de coupes.

— *Ibid.*, p. 272, 19 février 1844. Réponse à des observations de M. Rivière.

— *Ibid.*, p. 410, 6 mai. Communication de la statistique administrative de la Société.

— *Statistique administrative de la Société géologique de France, depuis l'époque de sa fondation, en 1830, jusqu'au 31 décembre 1843* (Résumé par l'auteur du texte manuscrit déposé dans les archives de la Société; 1844, 54 pages; imprimé à part pour être joint au dernier volume de la première série du *Bulletin*).

Tome II, p. 327, 17 mars 1845. *Note sur une géode de glace remplie de liquide, et sur quelques-uns des phénomènes que présentent la congélation de l'eau et la fusion de la glace dans des vases de petite dimension*; par MM. Danger et Viquesnel.

— III, p. 15, 3 novembre 1845. *Description des filons de basalte injectés entre les couches de pépérino du Puy de Montaudou, en Auvergne.*

— *Ibid.*, p. 145. Rectification à la note précédente.

— IV, p. 426, 18 janvier 1847. Remarques relatives aux roches crétacées de Gouzinié (Haute-Albanie).

— VI, p. 12, 6 novembre 1848. *Nouvelles preuves du déplacement de la matière charbonneuse, postérieurement au dépôt des terrains à combustible.*

— VII, p. 250, 18 février 1850. *Rapport sur la gestion du Trésorier pendant l'année* 1849.

— *Ibid.*, p. 491, 6 mai 1850. *Notice sur la collection de roches recueillies en Asie par feu Hommaire de Hell, et sur les divers travaux exécutés pendant le cours de son voyage.* Ce travail est un juste hommage rendu à la mémoire d'un courageux pionnier de la science, et qui donne une idée satisfaisante des résultats de recherches qui seraient probablement restées inconnues sans ce travail de Viquesnel.

— *Ibid.*, p. 514. *Note sur l'emplacement du Bosphore à l'époque du dépôt du terrain nummulitique.*

— VIII, p. 220, 17 février 1851. *Rapport sur la gestion du Trésorier pendant l'année* 1850.

— *Ibid.*, p. 482, 2 juin 1851. Observations sur les alluvions aurifères des cours d'eau de la Turquie d'Europe, et sur les exploitations auxquelles elles ont donné lieu.

— *Ibid.*, p. 508, 16 juin. *Extrait d'une lettre sur les environs de Constantinople*, adressée à M. Degousée. L'auteur indique les caractères et la distribution du terrain de transition, du terrain tertiaire, des dépôts quaternaires et des roches ignées autour de cette capitale.

— *Ibid.*, p. 515. *Note sur la collection de roches recueillies en* 1846 *par feu Hommaire de Hell sur le littoral européen de la mer Noire.* C'est le complément du travail précédent.

— IX, p. 208, 16 juin 1852. *Rapport sur la gestion du Trésorier pendant l'année* 1851.

— X, p. 279, 7 février 1853. *Rapport sur la gestion du Trésorier pendant l'année* 1852.

— *Ibid.*, p. 454, 16 mai 1853. *Résumé des observations géographiques et géologiques faites en* 1847 *dans la Turquie d'Europe*, accompagné d'une planche de coupes.

— XI, p. 17, 7 novembre 1853. Remarques sur les dépôts de lignite tertiaire supérieur d'Agatchili, sur le littoral de la mer Noire.

— *Ibid.*, p. 297, 6 mai 1854. *Rapport sur la gestion du Trésorier pendant l'année* 1853.

— XII, p. 11, 6 novembre 1854. Présentation de la *Carte de la Thrace, d'une partie de la Macédoine et de la Mœsie*, 1 f.; 1854.

— *Ibid.*, p. 36, 20 novembre 1854. Présentation de quatre planches d'itinéraires, encore inédites, faisant partie de l'atlas du *Voyage dans la Turquie d'Europe.*

— XIV, p. 249, 15 décembre 1856. Présentation de la 7e livraison du *Voyage dans la Turquie d'Europe*, avec une note explicative à l'appui.

— *Ibid.*, p. 419, 16 février 1857. Annonce relative aux roches envoyées du Canada par M. de Rottermund. A partir de cette date, le nom de Viquesnel cesse de figurer dans les tables du *Bulletin*.

Mémoires de la Société géologique de France, in-4°.

1re SÉRIE.

Vol. V, p. 35-127, 1842. *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe;* première partie, avec une planche de coupes et une *Carte géologique d'une partie de la Servie et de l'Albanie*, dressée par le colonel Lapie, d'après les renseignements recueillis par l'auteur en 1836 et 1838.

2e SÉRIE.

Vol. I, p. 181-303, 1846. *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe;* deuxième partie, avec *Carte géologique de la Macédoine, d'une partie de l'Albanie, de l'Épire et de la Thessalie.*

Bulletin de la Société de géographie.

4 SÉRIE.

Vol. IV, p. 549. Décembre 1852. *Exploration dans la Turquie d'Europe; description des montagnes du Rilo-Dagh et du bassin hydrographique de Lissa*, avec une planche.

Archives des missions scientifiques, 1850.

Rapports adressés au Ministre de l'instruction publique, renfermant une description sommaire de la partie de la Thrace comprise dans la Carte de l'ouvrage suivant.

Voyage dans la Turquie d'Europe ou Description physique et géologique de la Thrace.

2 volumes grand in-4° et un atlas in-fol. de 34 planches. Le 1er vol., de 636 pages, et l'atlas ont été publiés en 9 livraisons, de 1855 à 1867. Les livraisons 10 à 12, qui commencent le deuxième volume, ont paru depuis. Elles comprennent les *Observations météorologiques*, le *Nivellement barométrique de la Thrace*, calculé par M. Parès, l'*Explication de la carte de la Thrace*, les *Itinéraires géographiques*, l'*Indication de quelques ruines antiques*, et le commen-

cement de la *Géologie descriptive;* la 13e et dernière livraison renferme la fin de la *Géologie*, la *Paléontologie*, par M. d'Archiac, et un *Mémoire sur le tabac.*

Notice sur la vie et les travaux de M. Triger; par M. Alfred Caillaux.

Les membres de la Société géologique étaient réunis suivant l'usage, le 16 décembre dernier, au lieu ordinaire de leurs séances, et les questions scientifiques à l'ordre du jour se discutaient paisiblement. Rien ne pouvait donner lieu de craindre qu'en ce moment même l'un de nos confrères présents touchât à son heure dernière, et qu'avant la fin de la séance nous dussions avoir à ajouter un nom de plus à la liste déjà trop longue des membres décédés dans l'année, dont nous déplorons la perte.

M. Triger, qui ne manquait jamais aux réunions de la Société, s'était présenté parmi nous comme un homme dont la carrière doit se prolonger longtemps encore ; il avait serré la main de la plupart de ses confrères avec le sourire aux lèvres, et nous venions d'entendre ses observations sur la question que l'on traitait alors, quand un mal subit, qui semblait n'avoir rien de grave, l'obligea à sortir de la salle. Les observations qu'il venait de faire étaient ses dernières paroles, et, quelques instants plus tard, la Société venait de perdre un de ses membres les plus assidus et en même temps l'un de ses membres qui avaient rendu le plus de services à la géologie de l'ouest de la France.

Je ne chercherai pas à dépeindre l'émotion que chacun de nous ressentit à la nouvelle d'une fin si prompte et si inattendue. Cette émotion fut grande, non-seulement parce que nous voyions tomber tout à coup, pour ainsi dire, au milieu de nous, l'un de nos confrères, mais parce que le confrère que nous perdions ainsi, par sa bienveillance et son affabilité, par son caractère honnête, loyal et désintéressé, s'était acquis depuis longtemps l'estime et le respect de tous, ainsi que l'affection de ceux qui l'avaient plus particulièrement connu.

Ces quelques mots suffiraient pour définir, simplement et d'une manière vraie, ce qu'était M. Triger parmi nous; mais afin de vous le rappeler mieux encore, je reproduirai ce qu'écrivait de lui M. Lepelletier de la Sarthe, son compatriote, dans un ouvrage publié depuis quelques années et qui mérite

toute l'estime dont il jouit : l'*Histoire complète de la province du Maine*. « M. Triger, aujourd'hui correspondant du Ministre « de l'instruction publique pour la Sarthe, dit M. Lepelletier, « se distingue à la fois par les qualités pratiques de ses con- « naissances profondes en géologie, par l'obligeance, par « l'aménité et la bienveillance de ses relations. Différent, en « effet, du plus grand nombre des spécialités célèbres, il se « met naturellement à la disposition de ceux qui réclament « les conseils de son expérience, même au risque de voir ses « idées et ses découvertes exploitées par d'autres, toujours « beaucoup plus occupé de la diffusion des progrès de la « science que des intérêts et des succès d'amour-propre du « savant. »

Oui, cela est vrai, et les nombreux géologues qui, depuis trente ans, sont allés visiter le département de la Sarthe, peuvent confirmer l'exactitude de ces paroles.

La vie de M. Triger, vie de travail et honorablement remplie, s'est passée presque tout entière dans le département de la Sarthe. C'était là qu'il centralisait, pour ainsi dire, toutes les pensées que lui suggéraient ses études géologiques, et la ville du Mans était son point de ralliement.

Les services qu'il rendit dans la Sarthe ont été si généralement reconnus que, dans le même ouvrage dont je parlais tout à l'heure, nous voyons figurer son nom parmi les noms des savants, des industriels et des bienfaiteurs de ces contrées, et comme l'un de ceux qui ont su acquérir des droits véritables et légitimes à la reconnaissance du pays.

M. Triger, homme d'action qui malheureusement éprouvait en quelque sorte un sentiment de répulsion pour la plume, n'a laissé que fort peu d'écrits, qui se retrouvent tous dans le *Bulletin de la Société géologique* de France ; mais il a pris part à beaucoup de choses, il a fait beaucoup de travaux, et nous retrouvons dans sa vie, que je vais tâcher de retracer, deux créations importantes, l'application de l'air comprimé au forage des puits de mines et à la fondation des ponts et la carte géologique du département de la Sarthe, créations qui suffiraient à elles seules pour satisfaire l'ambition de bien des hommes.

Jules Triger, membre de la Société géologique de France depuis le 24 juin 1833, ingénieur civil, officier de la Légion d'honneur, était né à Mamers, département de la Sarthe, le 11 mars 1801. Il fit des études sérieuses dans les colléges de

cette ville, de la Flèche, et enfin de Paris, où il compléta son instruction. Entraîné par un penchant naturel vers les sciences d'observation, il suivit assidûment, en 1825, les cours de M. Cordier, dont il avait conservé le plus respectueux souvenir, et c'est à l'école de ce savant professeur qu'il puisa les premières notions de la géologie, à laquelle il devait consacrer une grande partie de sa vie,

Peu de temps après il entra résolûment dans la carrière industrielle. Dès le début il se plaça dans la position de l'homme qui, sûr de ses forces et comptant sur son activité et son intelligence, veut acquérir la fortune sans passer par les fonctions subalternes, et son esprit se dirigea immédiatement vers des entreprises qui subsistent encore aujourd'hui et qui furent un bienfait pour les pays où elles étaient fondées.

A l'âge de trente-deux ans, devenu l'associé d'hommes importants, et sans s'être beaucoup enrichi, il avait déjà fait verser dans le département de la Mayenne plus d'un million et demi dans les mains des ouvriers, somme considérable pour l'époque. Il y avait ouvert trois mines, dont deux d'anthracite et une de houille, la mine de Saint-Pierre-la-Cour qui, depuis 1828, n'a pas cessé de produire; il avait introduit dans ce même département deux branches nouvelles d'industrie, d'abord la fabrication du papier continu dans la papeterie de Sainte-Apollonie, située à 8 kilomètres de Laval, et devenue l'une des papeteries importantes de France, et ensuite l'exploitation des marbres, en établissant une scierie sur les bords de la Mayenne.

Ainsi, jeune encore, M. Triger éprouvait la satisfaction d'avoir réussi dans la plupart de ses entreprises, et il avait la certitude de posséder l'indépendance qui était un besoin de sa vie, et cette notoriété honorable que les ingénieurs qui ne touchent en rien au service de l'État, ou autrement dit les ingénieurs civils, ont tant de difficulté à acquérir.

Mais ce ne fut pas sans peine. Le hasard a mis sous mes yeux une lettre qu'il écrivait à la date du 28 janvier 1833. A ce moment, un mariage, qui paraissait devoir combler ses vœux et ses désirs, n'avait pu se réaliser. Cette lettre, écrite vraisemblablement dans un moment de découragement, montre les difficultés qu'il rencontrait et les services qu'il avait déjà rendus; mais je la rappelle surtout parce qu'elle nous fait voir aussi que M. Triger sentait sa force et sa valeur, et qu'il crut avoir à combattre contre ce qu'il appelle l'ingratitude et les

disgrâces, moyen infaillible, ajoute-t-il, pour faire toujours une nullité de celui qui aurait pu rendre de grands services à son pays.

A partir de 1833, de cette même année où il paraissait avoir éprouvé de grands chagrins, on trouve M. Triger presque toujours dans le département de la Sarthe, où on lui doit encore l'ouverture de trois mines, l'exploitation des pierres meulières exportées à l'étranger, la fabrication du sel d'Epsom au moyen de la dolomie qu'il découvrit en 1835 aux environs de Fresnay, l'indication des roches qui servent à l'entretien du macadam de Paris et plusieurs autres établissements de plus ou moins d'importance.

La ville de Mamers, sa ville natale, manquait d'eau, et au moyen de sources, dont il avait su reconnaître l'existence, il y fit établir et surveilla lui-même la construction de fontaines publiques qui, dans le temps, quoique insuffisantes pour les besoins de la localité, n'en ont pas moins mérité la reconnaissance du pays.

Plus tard, après avoir déterminé le niveau aquifère qui règne aux environs du Mans, après avoir fixé la position géologique des sources qui se rapportent à ce niveau, position dont la connaissance lui est due, ainsi que le rappelle M. de Hennezel dans une note sur le terrain crétacé de la Sarthe, il put fournir les indications les plus précieuses à l'administration municipale lorsque, de 1848 à 1851, cette administration s'occupa de l'étude et de l'exécution des travaux propres à accroître le volume des eaux de la ville.

En 1833 et 1834, M. Triger, qui avait déjà réuni de nombreux matériaux géologiques sur le département de la Mayenne, poursuit ses travaux scientifiques dans la Sarthe, où il devait bientôt commencer le grand travail dont il allait être chargé. Dans ces deux années il fit au Mans un cours de géologie pratique, qui fut suivi par un grand nombre d'auditeurs, et qui, d'après M. Lepelletier, a laissé dans la province du Maine le goût de cette science si attrayante, ainsi que d'honorables et précieux souvenirs pour le professeur.

Il exécuta encore entre le Mans et Alençon un tracé pour la canalisation de la Sarthe, et ce tracé, que suit à peu près aujourd'hui le chemin de fer dans le même parcours, reçut à cette époque l'approbation des hommes compétents.

Enfin il laissa une carte topographique du département, qu'il fit, en même temps que les officiers d'état-major auxquels il

donnait les réductions cadastrales, et qui lui fournirent en échange la montagne et la triangulation.

Jusqu'en 1839, M. Triger avait déjà fait beaucoup de travaux de toutes sortes. Il avait montré son activité et la variété de ses connaissances, quand une occasion heureuse vint lui fournir les moyens de faire connaître toutes les ressources de son esprit.

C'est vers cette époque qu'il fut conduit à créer un appareil nouveau, fort ingénieux, d'une grande utilité dans l'art des mines et qui devait être l'objet de récompenses élevées : je veux parler de l'application de l'air comprimé au forage des puits.

Dès 1811, M. Cordier avait étudié, dans un mémoire spécial, le terrain anthracifère qui s'étend depuis Doué dans le Maine-et-Loire jusque dans la Loire-Inférieure, et plus tard MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy en tracèrent les contours sur la carte géologique de la France.

Le prolongement des couches de combustible au-dessous de la Loire était donc bien connu; mais néanmoins les travaux des mines en exploitation dans ces localités se maintenaient depuis longtemps sur les coteaux qui bordent le fleuve, et il n'était venu à l'esprit d'aucun des exploitants d'oser entreprendre des recherches au-dessous de la masse d'eaux qu'il roulait, au-dessous des sables mobiles que ces eaux entraînaient.

C'est cependant ce qu'osa M. Triger, qui eût été téméraire s'il n'avait pas réussi.

Après avoir étudié tout le lit de la Loire d'une manière plus approfondie qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, il proposa à M. de Las-Cases l'exploitation d'une mine de charbon au-dessous du lit du fleuve. Les premiers travaux ne furent pas heureux, et les machines établies sur l'une des îles furent bientôt englouties dans le lieu même qu'elles étaient destinées à creuser. Il fut reconnu qu'un puits établi en un point quelconque du fleuve devait d'abord traverser 18 à 20 mètres d'alluvions et de sables mobiles, que le fonçage de ce puits dans ces conditions était identique avec celui qu'on aurait voulu exécuter dans le fleuve lui-même, et que les moyens d'épuisement les plus puissants dont on disposait alors, et tels que ceux que l'on adoptait dans les mines du nord de la France, étaient insuffisants.

Les efforts de l'homme paraissaient impuissants, les difficultés paraissaient insurmontables.

Cependant M. Triger ne fut pas découragé par la grandeur de

l'obstacle et il chercha tous les moyens de le vaincre. Les eaux affluaient en trop grande abondance; on ne pouvait pas penser à les épuiser; il fallait les refouler. Tel fut le point de départ, et cette idée s'accordait avec les préoccupations du jour. On se rappelle en effet que des ingénieurs distingués s'occupaient beaucoup à cette époque du parti que l'on pouvait tirer de l'emploi de l'air comprimé.

Cet agent que l'on voulait utiliser, connu depuis longtemps, puisque le fusil à vent fut inventé près de quatre-vingts ans avant que Galilée eût fait ses expériences sur la pesanteur de l'air, cet agent, dis-je, était précisément vers 1839 et 1840 l'objet d'un grand nombre d'études. L'air comprimé était donc, dans l'esprit de M. Triger, l'instrument qui devait refouler les eaux et le conduire au succès de son entreprise. Mais comment faire passer des ouvriers de l'air extérieur dans le tube où on aurait refoulé l'air comprimé, comment vider ce tube, comment en extraire les sables? Telles étaient les grandes difficultés. Ce fut alors que M. Triger eut la pensée de se reporter à ce qui se passe sur les canaux, où le sas d'une écluse permet la communication entre le bief d'amont et le bief d'aval. C'est dans cette heureuse inspiration, qui fut un véritable trait de lumière, que se trouve tout le mérite de l'invention. Il surmonta son tube d'une chambre, à laquelle il donna le nom de sas à air, pouvant être à volonté remplie d'air comprimé ou d'air à la pression ordinaire, et le problème fut résolu.

L'application fut prompte, et, quand l'installation fut complète, il put, ainsi qu'il le dit lui-même dans le rapport qu'il adressa à l'Académie en 1841, pénétrer, en moins de trois mois, sous 20 mètres d'alluvions, et établir, dans le grès houiller, à une profondeur de 25 mètres, une jonction tellement solide que, depuis lors, l'extraction du combustible n'a pas été arrêtée un seul instant.

Enfin toutes les difficultés avaient été vaincues, le succès le plus éclatant avait couronné ses efforts et le courage qu'il avait montré était dignement récompensé.

Mettre ainsi de nouveaux dépôts de combustibles à la disposition des populations de la basse Loire fut sans doute un service rendu qui, avec les nombreux travaux qu'il a exécutés dans les mines et ailleurs, honorent beaucoup la mémoire de M. Triger; mais le service le plus grand qu'il rendit en cette circonstance fut d'avoir produit un appareil qui allait devenir d'un usage plus général, et d'avoir confirmé, par une épreuve

d'une grande importance, que l'air comprimé pouvait être utilement employé comme force.

M. Triger avait compris tout le parti qu'on parviendrait à tirer de son appareil.

Il avait reconnu qu'il serait appliqué avec beaucoup d'avantage aux fondations des piles de ponts qui pourraient, disait-il dans un rapport adressé à l'Académie le 17 février 1845, être construits avec autant de facilité que si l'on bâtissait à l'air libre.

L'expérience est venue démontrer la vérité des assertions de notre confrère, et, en 1851, le procédé de M. Triger reçut une première application en Angleterre pour la reconstruction du pont de Rochester. Depuis cette époque la fondation tubulaire des piles de ponts, d'après ce système, perfectionné sans doute, mais en réalité bien peu modifié, est devenue un mode de construction général et usuel, et nous avons vu fonder ainsi les ponts de Mâcon, de Lyon, de Bordeaux, de Kehl et beaucoup d'autres.

Plus tard, l'air comprimé a été appliqué au forage des tunnels et particulièrement au forage des Alpes. M. Triger paraît certainement étranger aux conceptions qui ont donné lieu à ces grandes installations que chacun de nous a pu admirer à Modane ou à Bardonnèche ; et cependant la possibilité d'utiliser l'air comprimé dans ces circonstances avait frappé son esprit depuis longtemps.

Mais si, avec une grande perspicacité, M. Triger avait reconnu tous les services que son appareil pouvait rendre, quelque chose pourtant lui échappa, et nous voyons ici toute l'influence qu'exerce la direction des idées, même chez les hommes les mieux doués. Il venait de toucher du doigt une invention nouvelle, qui a eu plus tard un grand retentissement et qui eût ajouté un nouveau relief à son nom ; cette invention est restée pour lui dans les limites de son appareil, et il n'a vu, dans les faits dont il a été le témoin et qui pouvaient s'y rapporter, qu'une explication, fort ingénieuse du reste, des geysers d'Islande.

Dans l'appareil destiné au forage des puits se trouvait un tube qui, partant du fond, était destiné à l'expulsion de l'eau qui n'avait pas été refoulée assez promptement. Ce tube donnait lieu à un écoulement irrégulier. Un jour, un ouvrier maladroit donna un coup de pic sur le tube et le perça imperceptible-

ment. Immédiatement le jet d'eau fut continu et s'éleva à une grande hauteur.

Que l'on remplace l'air comprimé par de la vapeur à une pression qui excède celle de l'atmosphère, que le tube plonge dans un réservoir, que le coup de pic soit un robinet qui permette l'introduction d'un jet de vapeur dans le tube, et nous aurons un ensemble qui nous conduira à la construction d'un appareil aujourd'hui généralement répandu, l'appareil Giffard.

Les détails que je viens de donner ne diminuent en rien le mérite de M. Triger, je n'ai pas besoin de le dire ; si je les ai rappelés, c'était seulement pour montrer, par un nouvel exemple, comment des créations, destinées à être d'une grande utilité, passent inaperçues au milieu des trésors que produit le travailleur qui poursuit une idée sans relâche.

Lorsque le pont de Kehl fut en construction, des ingénieurs, par erreur sans doute, présentèrent le mode de fondation par l'air comprimé comme une découverte anglaise. Plusieurs membres de l'Académie des sciences, dont nous regrettons de ne pouvoir donner les noms, revendiquèrent pour la France le mérite de l'invention; ils réclamèrent en faveur de M. Triger, par la voie du *Moniteur*, et nous nous empressons d'ajouter qu'aujourd'hui ce mode de fondation est connu partout sous le nom de procédé Triger.

Bien des hommes auraient tiré parti d'une si utile invention au profit de leur fortune personnelle, sans qu'on fût en droit de leur en faire un reproche, et pourtant M. Triger n'y songea même pas; nous le disons à l'honneur de son désintéressement, jamais il n'eut la pensée d'en faire l'objet d'un brevet ou d'en tirer des avantages pécuniaires autrement que par l'usage qu'il pouvait en faire lui-même. Du moment que l'invention fut créée et appliquée, l'appareil fut à la connaissance et à la disposition du public, et vous savez tous les importants services qu'il a rendus.

En 1844, M. Triger, qui avait bien mérité du pays, et qui avait exécuté de nombreux travaux, fut nommé chevalier de la Légion d'honneur; plus tard il fut élevé au grade d'officier, et, en 1852, un an après la première application de son appareil aux fondations de ponts, sur le rapport de MM. Poncelet, Ch. Dupin, Piobert, Morin et Combes, l'Académie lui décerna le grand prix de mécanique.

Jusqu'ici, nous avons vu comment M. Triger était parvenu

à se créer une position honorable et indépendante dans l'industrie et un nom dans les travaux publics; je vais maintenant tâcher de vous montrer ce qu'il était comme géologue, et quels furent ses travaux.

M. Triger possédait d'éminentes qualités pour faire, dans toute l'acception du mot, un géologue. Personne n'avait à un plus haut degré la faculté de locomotion; il n'éprouvait jamais aucun embarras pour entreprendre un voyage quelconque, et on aurait pu le voir sur les montagnes de la Biscaye ou de l'Italie tel qu'on le rencontrait sur les promenades de la ville du Mans. Il jouissait d'un coup d'œil des plus heureux pour la découverte des fossiles, et il avait ce que l'on peut appeler le *coup d'œil stratigraphique*, un véritable don de la nature, et qui lui permettait de déterminer rapidement l'ordre de superposition des couches malgré les replis, les cassures ou les accidents dont elles pouvaient avoir été affectées.

Nous avons vu qu'en 1833 et 1834 il faisait au Mans un cours de géologie appliquée, et si nous nous en rapportons à ce que disait M. Virlet en 1835 dans le *Bulletin de la Société*, et nous ne saurions mieux faire, nous voyons que le cours du jeune professeur était, en quelque sorte, suivi avec enthousiasme par plus de 300 auditeurs et que les excursions aux environs de la ville attiraient plus de 150 personnes.

La publication de ce cours a été commencée sous le titre de *Géognosie appliquée aux arts et à l'agriculture*, mais cette publication est restée inachevée.

C'est à partir de ce moment que M. Triger se livra, pour ainsi dire, sans discontinuer, à l'étude du département de la Sarthe, et il produisit à cette époque une première carte géologique du canton du Mans à l'échelle de 1/40000, dont le Conseil départemental avait voté l'exécution en 1834. La minute de cette carte fut présentée à la Société en 1835. Elle n'a probablement pas été publiée, mais elle fut le point de départ de l'étude des trente cantons du département, que l'auteur se proposait de faire, et le commencement de la grande carte géologique dont il fut plus tard officiellement chargé.

Ainsi, dans le temps où bien peu de géologues s'occupaient de cartes géologiques, dans le temps même où deux savants éminents s'occupaient de réunir tous les matériaux nécessaires pour rechercher les rapports existant entre les grandes masses minérales qui composent la structure géologique de la France, en un mot, avant que MM. Élie de Baumont et Du-

frénoy eussent enrichi la géologie française de leur grande carte d'ensemble, avant qu'ils eussent achevé cette même grande carte, qu'ils présentèrent comme devant être ultérieurement complétée par des cartes de détails, un géologue encore inconnu, stimulé par l'activité de son esprit, par l'ardeur du travail et l'amour de la géologie, encouragé par le Conseil départemental, ne craignait pas d'entreprendre le travail long et coûteux de l'une de ces cartes.

M. Triger consacra plus de vingt ans à l'exécution de la carte géologique de la Sarthe, et il la produisit en 1853. Cette carte, dessinée sur la carte topographique qu'il avait dressée, est faite à l'échelle de 1/40000, et tous les géologues qui sont allés au Mans ont pu en voir la minute déposée aux archives de la préfecture. La publication votée par le Conseil général devait en être faite prochainement; mais M. Triger comptait y faire beaucoup de rectifications. Il en avait cependant publié, au Mans et à ses frais, une réduction à l'échelle de 1/125000.

Les services qu'il a rendus à cette occasion ne se résument pas seulement dans la production de ce grand travail. Lorsqu'il commença ses études, et pendant bien des années encore, les terrains silurien, dévonien et carbonifère dans l'ouest de la France étaient entièrement confondus, pris les uns pour les autres et groupés sous le nom commun de terrains de transition; les couches crétacées du Maine se trouvaient comprises dans les grandes masses qui composaient la classification d'Alex. Brongniart, et les rapports qui existaient entre ces couches, soit entre elles, soit avec les dépôts de la Seine ou avec ceux de la Loire étaient véritablement indéterminés. La publication de la carte géologique de la France, où le système crétacé du Maine se trouvait représenté par une seule teinte, laissait encore un champ bien vaste aux études ultérieures.

Il serait peut-être hardi de dire, même aujourd'hui, que toutes les questions qui se rattachent à ces divers terrains sont entièrement résolues, mais néanmoins une grande lumière a été projetée sur ces questions, et cette lumière émane sans contredit des travaux de M. Triger, qui s'en était occupé avec tant d'ardeur et qui depuis trente ans était, toujours avec la même bienveillance, le compagnon désintéressé de tous les géologues qui allaient visiter le département de la Sarthe.

Le grand mérite de M. Triger a été surtout d'élucider d'une manière complète la superposition des couches dans son département, d'éclairer la géologie de l'ouest de la France, et, pour

atteindre ce but, il s'est servi avec un rare bonheur des nombreux fossiles dont la Sarthe est si riche.

L'étude de ces fossiles et leur rapport avec les zones qui les renfermaient l'ont conduit à établir une classification qu'il aurait voulu pouvoir généraliser.

C'est particulièrement pour cela qu'il fit plusieurs voyages et qu'il alla en Espagne avec MM. de Verneuil et Collomb, en Angleterre et en Belgique ; il en rapporta des documents utiles qui se trouvent insérés dans le *Bulletin* de la Société, sur les terrains jurassiques des environs de Bath en Angleterre et leurs rapports avec ceux de l'ouest de la France, sur les couches de Maestricht et enfin sur les terrains crétacés de la Biscaye.

En 1858, M. de Hennezel, alors ingénieur en chef des mines au Mans, publia, sur les indications de M. Triger, la classification des terrains crétacés du Maine.

Cette classification, qui séduisait beaucoup notre regretté confrère, a donné lieu peut-être à de justes critiques.

Si nous rappelons les idées générales qu'il exprimait toutes les fois qu'il en avait l'occasion, nous dirons qu'il aurait voulu que toute la série des terrains restât divisée en groupes principaux, telle qu'elle l'est aujourd'hui, avec les noms qu'ils possèdent, que chacun de ces groupes fût partagé en trois parties, supérieure, moyenne et inférieure, et que chacune de ces parties fût elle-même subdivisée en zones et étages qui auraient eu pour noms les noms du fossile le plus abondant dans chacun d'eux.

Enfin il demandait avec instance qu'en dehors des principaux groupes les noms des couches de la terre fussent empruntés à la paléontologie, et il voyait dans ce nouveau système « l'avantage précieux de constituer une langue universelle que l'on comprendrait partout sans commentaires et qui mettrait facilement en rapport les géologues de toutes les contrées du globe. »

Je ne reproduirai pas ici les objections que bien des savants ont pu lui opposer, et je dirai simplement que ce mode de classification me semble devoir être considéré comme une nouvelle expression du besoin si généralement senti, mais si difficile à satisfaire, d'une langue commune et générale, et surtout comme l'expression du besoin d'exclure la plupart de ces noms nouveaux qui jettent dans la science une véritable confusion et dont le résultat le plus directement appréciable paraît ne devoir être que le ralentissement de ses progrès.

Le nom de M. Triger se rattache encore directement à l'exécution de grandes coupes géologiques.

Il y a environ dix ans, MM. Mille et Thoré, ingénieurs des ponts et chaussées en résidence au Mans, se préoccupèrent avec raison du parti que l'on pouvait tirer, au point de vue des intérêts publics ou privés, des nivellements résultant de la construction des chemins de fer qui sillonnent aujourd'hui la France et la couvrent d'un vaste réseau.

Ils pensèrent que ces nivellements pouvaient servir de base à l'exécution de coupes géologiques qui feraient connaître la succession des couches, leurs mouvements et leurs ondulations, qui compléteraient en quelque sorte le travail des cartes géologiques achevées, faciliteraient le travail des cartes à faire encore, et signaleraient les matériaux utiles, partout où ils se trouvent sur le parcours des grandes voies de communication.

Ils formèrent enfin le projet de réaliser pour l'ouest de la France une étude qui, assurément, serait appelée à rendre les plus grands services à l'industrie ou à l'agriculture, si elle était appliquée sur la France entière et si la plus grande publicité était donnée aux résultats qu'elle pourrait fournir.

Les ingénieurs de la compagnie de l'Ouest procurèrent avec empressement tous les matériaux et toutes les autorisations nécessaires, et M. Triger fut chargé de l'exécution et de la surveillance du travail géologique.

C'est ainsi que furent faites les coupes de Paris à Brest par le Mans et Rennes, du Mans à Angers, de Paris à Rennes par Tours et Châteaulin, et de Vendôme à Brest, publiées par l'Administration des ponts et chaussées; mais je dois ajouter que M. Delesse a pris une certaine part dans ce travail, et que la majeure partie de ces coupes est l'œuvre de l'un de nos jeunes confrères, l'élève et le collaborateur de M. Triger depuis dix ans, M. Guillier qui, en accomplissant ces travaux avec le soin et la précision qui les distinguent, a montré combien il avait su profiter des leçons du maître.

M. Triger était du nombre des paléontologistes qui publient la *Paléontologie française* destinée à compléter celle de d'Orbigny.

Il publiait en outre, en collaboration avec M. Cotteau, un ouvrage remarquable sur les oursins fossiles du département de la Sarthe. Dans ce travail, M. Triger s'était réservé la partie stratigraphique. Les tableaux et les coupes qu'il a ajoutés à l'ouvrage, exécutés avec beaucoup de soin, montrent une

fois de plus combien il connaissait parfaitement ce département qu'il avait si souvent exploré.

Enfin, quand la mort le surprit, il mettait la dernière main à un travail fort important. Il venait de consacrer quatre mois à rechercher le développement du terrain houiller dans le Boulonnais, et à son dernier jour il avait communiqué à plusieurs membres de la Société les résultats d'un grand intérêt qu'il avait obtenus. Il n'a pu terminer ce travail, mais il a laissé des documents précis, et nous savons que ces documents seront utilisés, s'il y a lieu, au profit de la science et de l'industrie, sans qu'il soit rien ôté du mérite qui lui revient.

Comme vous le voyez, Messieurs, ainsi que je le disais au commencement de cette notice, la vie de M. Triger fut une vie laborieuse et honorablement remplie. Il sera du petit nombre d'hommes qui auront laissé des traces de leur passage en ce monde, et ces traces ne rappelleront que des souvenirs qui n'auront d'amertume pour personne. Il fut, dans toute l'acception du mot, le fils de ses œuvres, et si le hasard l'avait conduit dans ces contrées où l'initiative individuelle peut exercer toute sa puissance, il serait parvenu, sans aucun doute, à un degré de fortune et de notoriété bien supérieur à celui qu'il a acquis parmi nous. Il a travaillé jusqu'à la dernière heure, et le dernier travail auquel il s'est livré montrait encore l'esprit consciencieux et désintéressé dont il avait donné tant de preuves dans le cours de sa vie.

Les services qu'il a rendus ont été reconnus par des témoignages officiels, mais leur récompense la plus vraie a été dans l'estime dont il a joui près de ses concitoyens et dans l'utilité même de ces services.

Membre de la Société géologique depuis 35 ans, il fut de ceux qui lui ont fait le plus d'honneur, et son nom, qui figurera parmi les noms des hommes utiles de notre temps, restera gravé dans nos souvenirs, non-seulement à cause des importants travaux qui s'y rattachent, mais parce qu'il nous rappellera l'homme bon et honnête, l'homme d'Horace : *Justum et tenacem propositi virum.*

M. de Lapparent communique le Rapport suivant sur les progrès récents de la Géologie.

Rapport sur les progrès récents de la Géologie;
par M. A. de Lapparent.

Messieurs,

Il est d'usage que chaque société savante profite de son assemblée générale pour jeter un coup d'œil sur les progrès accomplis, durant l'année écoulée, par la science qui fait l'objet spécial de ses études. La Société géologique de France, en inaugurant ses réunions annuelles, ne pouvait déroger à cette tradition. Toutefois, il appartenait à une voix plus autorisée que la mienne de remplir devant vous cette tâche délicate; et vous pourriez à bon droit vous étonner qu'elle ait été confiée à un débutant, si j'avais fait autre chose, en cette occasion, que de venir prendre une place inoccupée. Ceux qui pouvaient apporter, dans un travail de cette nature, l'autorité d'un grand savoir et d'une longue expérience, ont cru devoir décliner un surcroît de besogne qui se conciliait mal avec leurs occupations; c'est alors que, sur les encouragements de quelques-uns d'entre vous, j'ai songé à prendre sur mes épaules un fardeau que votre bienveillance m'aidera, j'espère, à porter.

Je ne saurais avoir la prétention de passer ici en revue toutes les récentes conquêtes de la géologie. Ce domaine est si vaste, il reste tant à y découvrir et le nombre de ceux qui l'explorent est si grand, que chaque année nous apporte un contingent considérable de publications très-sérieuses, dont l'examen dépasserait de beaucoup les limites d'un simple discours. Aussi nous bornerons-nous à choisir, parmi les travaux qui ont vu le jour depuis deux ans, ceux qui, par l'importance des sujets traités, ont mérité d'avoir le plus de retentissement.

Découverte de l'Eozoon. — Au début de cette étude vient se placer naturellement une question de la plus haute gravité, celle de l'origine de la vie à la surface de notre planète.

On a cru longtemps qu'à l'exception de quelques traces d'organismes inférieurs, les premiers symptômes décisifs de la vie animale s'étaient manifestés avec l'apparition de cette faune si remarquablement développée dans les schistes de la Bohême, où M. Barrande l'a caractérisée par le nom de *faune primordiale*. Dès lors, arrêtant à cette limite la série des terrains paléozoïques, on avait constitué, avec les assises strati-

fiées inférieures, une série plus ancienne et dépourvue de fossiles, celle des sédiments azoïques.

On comprend donc aisément l'émotion que produisit, dans ces deux dernières années, l'annonce de la découverte d'un fossile nouveau, l'*Eozoon Canadense*, dans des strates que les géologues canadiens considèrent comme très-inférieures au système de la faune primordiale. Des couches entières de calcaires serpentineux laurentiens seraient constituées uniquement par ce singulier fossile, introduit dans la science par MM. Dawson, Carpenter et Rupert Jones, à qui le microscope avait révélé tous les détails de la structure intérieure de l'Eozoon et dévoilé ses affinités avec la classe des foraminifères.

Annoncée d'abord en Angleterre, où ces savants paléontologistes jouissent d'un crédit mérité, la découverte de l'Eozoon fut d'abord acceptée sans contestation. On parut se préoccuper seulement de rechercher en Europe les équivalents du système laurentien, sans doute pour que le nouveau monde ne fût pas seul à s'enorgueillir d'une si haute antiquité, et sir Roderick Murchison émit l'opinion qu'il convenait de rattacher à ce niveau le gneiss fondamental des Hébrides et celui de la Scandinavie.

Toutefois, des symptômes d'incrédulité ne tardèrent pas à se manifester. Les groupements des espèces minérales sont quelquefois si capricieux qu'ils peuvent faire naître des apparences de formes organisées; n'était-ce pas le cas pour la serpentine de l'Eozoon? C'est ce que divers observateurs cherchèrent à établir. De plus, on a parfois de la peine à admettre, même sur la foi d'une autorité respectée, l'existence de détails qu'un puissant microscope et des préparations minutieuses peuvent seuls mettre en évidence; et ceux qui ont examiné des roches à grain fin avec le secours même d'une simple loupe n'ignorent pas que souvent la structure se révèle moins bien ainsi qu'à l'œil nu. Ajoutons enfin que la place des calcaires laurentiens dans la série géologique est encore sujette à quelques discussions.

Cependant le plus grand nombre des géologues paraît avoir adopté l'opinion des savants canadiens, surtout depuis qu'ils affirment avoir retrouvé l'Eozoon dans un calcaire bitumineux exempt de métamorphisme. D'ailleurs, la présence de ce fossile a été annoncée en Bavière par M. Guembel et en Bohême par M. de Hochstetter. Dans ces deux contrées, l'Eozoon se trouve au milieu de calcaires qui font partie d'une série de

gneiss et de roches éruptives reposant sur le gneiss fondamental de la Bohême; en sorte que les géologues allemands échappent ici au reproche adressé à leurs confrères du Canada qui, en donnant, vers le bas, une extension à peu près indéfinie à leur système laurentien, se sont mis dans l'impossibilité d'indiquer la base sur laquelle ont dû venir reposer les sédiments les plus anciens.

Jusqu'à ces derniers temps, la possession de l'Eozoon avait paru être le privilége de la race saxonne. Cette apparente injustice de la nature vient d'être réparée et aujourd'hui la race latine n'a plus rien à envier à sa rivale, depuis que le précieux fossile a été signalé, dans les Alpes, par M. Favre, et dans les Pyrénées par M. Garrigou.

L'avenir ne manquera pas d'éclairer les questions délicates que cette intéressante découverte laisse encore en suspens. Quoi qu'il en soit, en appelant l'attention sur une série de terrains auxquels l'attrait de la recherche des fossiles avait manqué jusqu'ici, elle aura du moins forcé à définir, avec plus de précision qu'on ne l'avait encore fait, les caractères des premiers sédiments.

Terrain silurien. Colonies. — La paléontologie du terrain silurien fait encore de nouvelles conquêtes, grâce au zèle infatigable de M. Barrande, qui vient de décrire successivement les ptéropodes et les céphalopodes de la Bohême. Ces publications n'ont pas empêché l'illustre savant d'accumuler preuves sur preuves pour combattre, avec une rare énergie, les objections stratigraphiques que les géologues autrichiens ont opposées à l'existence des célèbres *colonies*. C'est en vain, croyons-nous, que MM. Lipold et Krejci, pour expliquer l'existence de schistes à graptolithes en couches minces au milieu des quartzites de l'étage D, imaginent des dislocations que chaque découverte nouvelle de M. Barrande les oblige à compliquer. Le fait matériel sur lequel repose l'existence des colonies, c'est-à-dire l'apparition anticipée et intermittente de la faune troisième dans l'étage D, devient de jour en jour plus incontestable et il ne peut plus y avoir de divergences que sur l'explication paléontologique qu'il convient d'en donner. A cet égard on nous permettra, malgré notre incompétence, d'user des droits que donne la qualité de rapporteur pour constater que plus on recueille de faits et moins il devient possible de parquer les espèces fossiles à des niveaux qui soient absolument invariables pour tous les bassins.

Terrain dévonien. — En continuant à nous avancer vers des périodes de plus en plus modernes, nous rencontrons sur notre route un terrain dont l'existence vient d'être sérieusement mise en question de l'autre côté du détroit : c'est le terrain dévonien. M. Beete Jukes croit avoir acquis la certitude que les couches à fossiles marins qui, dans le comté de Devon, séparent le vieux grès rouge du terrain houiller, sont simplement un aspect particulier de schiste carbonifère inférieur, dont le calcaire de montagne ne serait qu'un équivalent local et accidentel. Le vieux grès rouge lui-même devrait, suivant M. Jukes, être divisé en deux parties, dont l'une, caractérisée par les végétaux terrestres, se relierait au carbonifère, tandis que l'autre, avec des poissons fossiles, serait plus convenablement rattachée au terrain silurien. Enfin, quoique le savant directeur de la commission géologique d'Irlande avoue n'avoir pas étudié le terrain dévonien sur le continent, il a essayé d'établir, par des comparaisons à distance, que la grauwacke du Rhin offrait avec le schiste carbonifère d'évidentes affinités.

Il est juste de dire que les idées de M. Jukes ont rencontré peu de faveur en Angleterre, malgré la légitime réputation de l'auteur et la ténacité avec laquelle il défend encore sa thèse. Pour nous, bien que nous n'éprouvions pas, à l'endroit du terrain dévonien, les sentiments presque paternels dont tout bon Anglais a le droit d'être animé pour une création britannique, nous ne croyons pas aller trop loin en avançant que M. Jukes tiendrait un autre langage s'il avait pu étudier la série dévonienne de la vallée de la Meuse : il aurait vu, entre les schistes ardoisiers et le calcaire carbonifère de Dinant, se développer cette belle succession d'assises que peuplent les riches faunes des schistes à calcéoles, du calcaire de Givet et des psammites du Condros; et alors il aurait compris, sans doute, que si l'Angleterre et l'Irlande offrent à cet égard des difficultés spéciales, toute méprise est impossible dans la région franco-belge, où le système dévonien est le mieux développé précisément à l'endroit où le calcaire carbonifère a le plus de puissance.

Terrain houiller. — Le terrain houiller a toujours été un des mieux connus, ce qui s'explique aisément par son extrême importance industrielle et par le soin qu'on prend d'enregistrer avec la plus grande exactitude les résultats des travaux souterrains. Aussi pourrait-on composer un magnifique atlas avec

les monographies particulières des divers bassins. Leur liste, déjà longue, vient de s'enrichir, parmi d'autres travaux, d'une savante description du terrain houiller d'Ahun, dans la Creuse, par M. Gruber, ainsi que des études de M. Leseure sur la grande couche de Rive-de-Gier. Mais déjà il avait paru à M. Geinitz que le moment était venu d'esquisser une étude comparative de tous les bassins européens, en se fondant sur la nature des végétaux fossiles qui dominent dans la houille; l'éminent professeur a pu distinguer cinq périodes successives, depuis l'âge où dominaient les lycopodiacées jusqu'à ceux où les annulariées, puis les fougères, sont devenues prépondérantes, en passant par les périodes des sigillariées et des calamites, qui comprennent presque tous les bassins importants du continent. Cette division paraît se vérifier jusqu'en Amérique, où M. Dawson a trouvé des résultats analogues pour la Nouvelle-Écosse. En outre, les travaux auxquels il s'est livré ont, avec ceux de M. Goeppert, jeté beaucoup de lumière sur l'origine du charbon minéral.

Enfin l'exploration des schistes qui séparent les veines de houille a fait reconnaître, dans plusieurs contrées, un fait très-intéressant : c'est qu'à diverses reprises la mer a fait des incursions dans la formation houillère proprement dite, ainsi que l'attestent quelques niveaux de fossiles marins échelonnés dans la hauteur de cette formation.

Terrain permien. — Le terrain permien est, comme on sait, très-pauvre en fossiles; en revanche sa nomenclature est très-riche, et de temps en temps on voit s'élever, entre les noms de permien, de pénéen et de dyas, des conflits qui nous paraissent être plutôt du domaine de la philosophie, car ils ne sauraient avoir pour effet de changer en quoi que ce soit la place du terrain dans l'échelle géologique. Quant à savoir s'il convient de le laisser avec la série paléozoïque, ou s'il en faut faire la base des terrains secondaires, c'est une affaire d'accolade, fort difficile à trancher, comme toutes les questions de limites.

Trias. — Le trias est très-important dans la Souabe et la Franconie, où il est le siége de grandes exploitations industrielles; aussi M. Guembel et divers autres observateurs ont-ils pu y réunir les éléments d'une division très-détaillée pour les groupes du keuper et du muschelkalk. En même temps les géologues autrichiens, M. Fr. de Hauer en tête, perfectionnent la

classification du trias des Alpes tyroliennes, auquel le mélange des ammonites avec quelques genres paléozoïques imprime un caractère si particulier. Un fait des plus curieux est la découverte de ce même faciès marin du trias supérieur en Californie par M. Whitney. Comme, d'ailleurs, il vient d'être également signalé dans l'Himalaya, il en résulte que le calcaire alpin du Tyrol représente, au métamorphisme près, le faciès normal du keuper, dont nos marnes irisées ne seraient qu'un accident restreint.

Étage rhétien. — La nomenclature géologique s'est enrichie récemment d'un nouveau terme : l'étage rhétien.

Nous n'avons pas à revenir sur l'intéressante controverse engagée à propos de la limite inférieure du lias, et qui nous a valu les beaux travaux de MM. Levallois, Jules Martin, Stoppani, Pellat, etc. Il suffira de constater que, si l'on peut encore discuter sur l'attribution des couches de jonction au lias ou au trias, du moins presque tous les observateurs sont d'accord pour y reconnaître une individualité distincte et qui mérite une place spéciale dans la série des terrains. C'est un hommage implicite rendu à la sagacité des auteurs de la *Carte géologique de France*, qui, sans avoir égard au peu d'épaisseur de cette zone, avaient senti la nécessité de la distinguer par une couleur particulière.

Grâce aux études que cette controverse a suscitées de toutes parts, la position du célèbre *bone-bed* a été précisée dans une multitude d'endroits, en France, en Angleterre, en Italie, en Allemagne; et on a appris à distinguer celui qui caractérise la zone à *avicula contorta* de plusieurs autres lits à ossements, dont les uns sont supérieurs et les autres sont inférieurs à ce niveau.

Terrain jurassique. — Le terrain jurassique, si souvent étudié et si bien connu en apparence, n'en est pas moins, aujourd'hui encore, le thème de discussions très-importantes.

En première ligne vient se placer la question des calcaires de la Porte de France, cette pierre d'achoppement des géologues, dont les caractères sont jusqu'ici assez mal définis pour que des savants également respectables persistent à y voir, celui-ci de l'oxfordien, celui-là du néocomien, cet autre un type jurassique spécial, justifiant l'étage tithonique créé par le regrettable Oppel pour toutes les couches de passage entre le

Jura et la craie. Il est impossible que la lumière tarde longtemps à jaillir d'un tel conflit d'opinions, et les noms des savants engagés dans cette question nous sont une garantie qu'elle ne sera pas résolue à la légère.

L'étage corallien a été récemment en butte aux plus vives attaques, surtout de la part des géologues allemands. Prétextant la confusion, malheureusement trop réelle, qu'on a souvent faite entre le faciès corallien d'une roche et son âge dans la série jurassique, ils ont, sans hésiter, supprimé le coral-rag de la nomenclature en attribuant les couches à *cidaris florigemma* à l'oxfordien et tout le reste au kimméridien. Cette solution radicale a peu de chances d'être acceptée en France, où la zone à *cidaris florigemma* et les couches à *diceras arietina* forment un ensemble suffisant pour justifier l'importance qu'on lui attribue. Toutefois, il faut reconnaître que, même chez nous, on tend de plus en plus à diminuer l'étage corallien vers le haut pour augmenter d'autant le calcaire à astartes ou étage séquanien : c'est ainsi que M. Pellat restitue à ce dernier l'oolithe à nérinées du Boulonnais, pendant que MM. Cotteau, Michelot et Jourdys s'efforcent de faire triompher la même idée pour les calcaires de Tonnerre et ceux de Saint-Ylie.

Citons encore les additions importantes dont s'est enrichie la littérature du terrain portlandien depuis les travaux de MM. Michelot, Pellat, Hébert, Sæmann sur le Boulonnais, de Tombeck sur la haute Marne, de Loriol et Jaccard sur le Jura. On peut suivre aujourd'hui les transformations successives de l'étage, depuis le Barrois, où le portlandien moyen paraît manquer, jusqu'aux argiles de Hartwell, où l'étage inférieur fait défaut, en passant par le Bray et le Boulonnais, qui servent, à tous les points de vue, de transition entre ces deux types extrêmes. Le jour n'est vraisemblablement pas éloigné où toute incertitude cessera relativement à la vraie place qu'occupent, en France, le niveau du Portlandstone et celui du Portlandsand.

Terrain crétacé. — Le terrain crétacé nous arrêtera moins longtemps. Cependant nous ne saurions passer sous silence les travaux de M. Coquand sur la géologie de l'Espagne et de l'Afrique, où le terrain aptien à *ostrea aquila* descend, paraît-il, jusqu'au néocomien inférieur, de sorte que l'urgonien devrait être relégué au rang de sous-division locale, reconnaissable seulement dans le midi de la France.

Rappelons aussi les travaux de MM. Leymerie et Hébert sur

le terrain crétacé des Pyrénées, qui offre encore tant de problèmes à résoudre, et les études de M. Hébert sur la craie du nord de l'Allemagne et de la Scanie, où il a retrouvé, dans une si remarquable concordance, les niveaux fossilifères du bassin de Paris, pendant que M. Schloenbach s'attachait à les mettre en évidence dans le plæner de l'Allemagne centrale.

Terrain tertiaire. — La connaissance des terrains tertiaires du Midi a fait encore des progrès notables, grâce aux études de MM. Matheron et Tournouer, et l'on voit se multiplier peu à peu les points de repère qui permettent de les rattacher aux couches tertiaires parisiennes. Toutefois, les limites des étages semblent devenir de plus en plus difficiles à tracer, comme cela résulte des discussions soulevées par l'introduction, dans la nomenclature, de l'étage oligocène. Cet étage, créé par M. Beyrich, et qui réunit dans un même groupe le gypse et les sables de Fontainebleau, a été assez généralement accepté en Allemagne. Cependant, sir Charles Lyell n'a pas cru devoir adopter ce nouveau terme, alléguant qu'au point où nous sommes parvenus, toute ligne de démarcation tirée dans les terrains tertiaires ne pouvait manquer d'être quelque peu arbitraire.

Terrains quaternaires. — Les terrains quaternaires ont continué à exciter, dans ces dernières années, une curiosité universelle; si nous jugeons inutile de nous y arrêter, c'est que l'anthropologie, la zoologie et l'archéologie jouent un rôle de plus en plus prépondérant dans ces questions et que, d'ailleurs, elles sont traitées avec une grande autorité dans des recueils spéciaux. Disons seulement que, malgré l'accord des travaux de M. Dupont sur la Belgique, avec ceux de M. N. de Mercey sur le nord de la France, M. Belgrand, qui a fait une étude si approfondie de la vallée de la Seine, persiste à attribuer aux actions fluviales la production du loess et à séparer ce dernier du limon des plateaux dont le dépôt aurait précédé la formation des cailloux roulés des vallées.

Qu'il nous soit permis maintenant de chercher à tirer un enseignement général de cette rapide revue des travaux relatifs aux terrains de sédiment. Le fait saillant qui se dégage de cette étude est la difficulté, de plus en plus grande, qu'on éprouve à limiter convenablement les étages successifs. Entre

quelles limites faut-il enfermer le terrain laurentien du Canada? Jusqu'où doit descendre le silurien? Les étages G et H de la Bohême sont-il siluriens ou faut-il les placer à la base de la série dévonienne, où figurent déjà leurs équivalents d'Amérique? Le vieux grès rouge anglais est-il silurien, dévonien ou carbonifère? La limite du terrain houiller et du terrain permien doit-elle, comme on l'a récemment prétendu, être tracée au milieu même de la formation de Saarbrück? L'étage rhétien fait-il partie du trias ou du lias? Les calcaires inférieurs à astartes sont-ils coralliens ou kimméridiens? Où faut-il arrêter le portlandien supérieur et commencer le néocomien? A quel moment le système des argiles à plicatules fait-il place à celui du gault? Où doit commencer l'étage cénomanien dans l'est de la France? Comment limiter la craie supérieure dans les Pyrénées? Enfin à quels niveaux doivent être fixées les principales divisions du terrain tertiaire, de moins en moins distinctes à mesure qu'on s'élève dans la série?

Ce sont là, en vérité, autant de questions dont la solution semble reculer à mesure que les documents se multiplient.

Que faut-il conclure de tout cela? C'est, sans doute, que les caractères le plus habituellement employés par les géologues, excellents pour constituer des groupes naturels, sont impuissants à fournir des dates précises : or la géologie est l'histoire ancienne du globe, et aucune histoire ne saurait se passer de chronologie. Assurément un millésime est, à lui seul, une chose insignifiante, et il y a tels événements enregistrés avec soin par les historiens, qui n'exercent que bien peu d'influence sur la marche générale des affaires. Pourtant, ce sont des limites auxquelles il est commode d'arrêter les périodes et, sans leur secours, l'histoire perdrait cette netteté qui doit être un de ses caractères dominants.

Or, les éléments d'une chronologie semblable sont fournis au géologue par l'étude des dislocations qui affectent la surface du sol, soulèvements, failles, fractures, alignements; car encore bien que ces accidents ne soient pas tous arrivés d'une manière subite, personne ne contestera, je crois, que le temps employé pour les produire a été beaucoup plus court que celui qui est nécessaire à la transformation ou à l'extinction de toute une faune : il y a donc lieu de croire que l'étude attentive et détaillée de ces dislocations doit donner à la géologie des dates suffisamment précises pour lui permettre de constituer une chronologie régulière.

Il est vrai qu'une pareille tâche offre des difficultés considérables et qu'on s'expose à exciter parfois un sourire d'incrédulité quand on abandonne le domaine des faits positifs pour chercher à démêler une loi au milieu d'un certain désordre apparent. Pourtant de telles recherches ne sont pas sans utilité même au point de vue pratique, comme l'ont prouvé victorieusement de récents travaux sur les filons du midi de la France. D'ailleurs, pour être plus difficiles, elles n'en méritent que plus d'encouragements, et il faut féliciter ceux qui, suivant la voie ouverte par un maître illustre, mettent leurs soins à débrouiller le réseau compliqué de l'orographie terrestre.

Ne peut-on pas dire aussi que le but de la géologie ne sera définitivement atteint que le jour où elle pourra rendre compte du relief de la terre jusque dans ses moindres détails? Assurément c'est une noble entreprise, bien digne d'occuper la vie d'un savant, que de chercher à reconstituer la série des êtres qui se sont succédé à la surface de notre planète et de suivre, à travers les âges, les admirables évolutions accomplies par la vie organique. Cela ne suffit pas pourtant, pas plus qu'il ne suffirait à l'histoire d'étudier la filiation des races humaines ou de tracer le tableau des transformations successives des langues, des mœurs et des institutions, sans accorder aucune place au récit des événements qui les ont amenées. Les phénomènes inorganiques ont joué, dans la formation de la terre, un rôle considérable dont l'étude est proprement l'objet de la géologie. Pour y réussir, elle s'appuie à la fois sur la connaissance des minéraux, sur celle des animaux fossiles, sur la chimie et la physique du globe; mais elle a son domaine spécial et c'est par les travaux exécutés sur le terrain, c'est-à-dire en présence de tous les accidents du sol et en vue de démêler tous les éléments de la mosaïque terrestre, que la géologie proprement dite doit se distinguer des sciences parallèles, dont elle emprunte le secours sans se confondre avec elles.

Théories géogéniques. — Abandonnons maintenant la géologie purement descriptive pour aborder le domaine des théories géogéniques.

Déplacement de l'axe des pôles. — Un résultat qui semble ressortir clairement de l'étude des faunes et des flores fossiles, c'est que la température, au lieu de s'abaisser graduellement et sans interruption depuis les premiers âges géologiques, a

subi, à plusieurs reprises, des oscillations d'une amplitude assez considérable. Lorsque les effets de ces oscillations se font sentir sur un périmètre restreint, on peut, à la rigueur, en chercher l'explication dans la plus ou moins grande altitude du sol aux époques en question et dans la distribution variable des mers et des courants. Il en est autrement quand les oscillations se sont manifestées à la fois sur une grande étendue, comme, par exemple, l'abaissement de température qui a marqué l'une des phases de la période quaternaire. Dans ce cas, il paraît nécessaire de les attribuer à une cause plus générale.

Parmi les hypothèses à l'aide desquelles on a cherché à résoudre ce difficile problème, il en est une qui a toujours été impitoyablement repoussée au nom des principes fondamentaux de la mécanique; c'est celle d'un déplacement de l'axe des pôles. Pourtant, un Anglais distingué, M. J. Evans, n'a pas craint de la reprendre à nouveau et il a fait voir que l'objection tirée de la mécaniqne, qui serait irréfutable si la terre était un solide invariable, n'a plus du tout la même valeur si on considère notre globe comme un noyau fluide recouvert d'une enveloppe solide, capable de se déplacer en glissant sur le noyau. Cette idée étant admise, si une cause quelconque vient à changer la distribution de la matière sur l'écorce solide; si, par exemple, les forces volcaniques intérieures ou la contraction résultant du refroidissement, produisent une protubérance en un point donné, l'excès de force centrifuge qui en résultera aura pour effet de rapprocher ce point de l'équateur, de telle sorte que, l'axe des pôles restant invariable dans l'espace et dans le noyau fluide, l'enveloppe sera déplacée et les points où elle est percée par l'axe, c'est-à-dire les pôles terrestres, auront changé. Un appareil ingénieusement combiné a permis à M. Evans de rendre cette influence sensible aux yeux, et il est fort possible que son explication puisse être appliquée avec succès aux changements de climat que notre globe a subis et qui seraient ainsi la conséquence directe des grands soulèvements de montagnes.

Origine des météorites. — C'est encore au même ordre de théories géogéniques qu'il convient de rattacher les conclusions déduites par M. Daubrée de l'étude des météorites. Le savant professeur a cherché à reproduire les traits caractéristiques de ces corps singuliers en combinant directement, par la voie sèche, leurs principaux éléments, qui sont le silicium,

le fer et l'oxygène, c'est-à-dire justement les trois substances le plus abondamment répandues à la surface de notre globe. Ces éléments associés, dans les météorites, à la magnésie, forment des silicates du type du péridot, avec fer natif et fer chromé. Tout porte à croire que ces silicates résultent de l'oxydation incomplète d'un mélange de fer, de magnésium et de silicium, dans des conditions semblables à celles de la scorification qui s'opère, en métallurgie, quand un bain de fonte impure se refroidit au contact de l'air. Il semble probable qu'une scorification pareille a dû s'opérer, dans l'origine, à la surface de la terre. L'absence du fer natif s'expliquerait alors par une oxydation plus complète, de même que la rareté des roches de péridot dans les parties supérieures de l'écorce du globe pourrait être attribuée à ce que l'action prolongée de l'eau chaude a notablement modifié les caractères originels des roches primitives.

C'est ainsi que la géologie, après avoir emprunté à l'astronomie ses hypothèses fondamentales sur la formation du globe, lui fournit à son tour quelques inductions sur la nature des corps planétaires. La science d'en haut et la science d'en bas se prêtent donc ici un mutuel appui, et je croirais en vérité, au risque de vous faire sourire, que l'astrologue de la fable ne méritait pas d'être tant gourmandé pour s'être laissé choir au fond d'un puits : peut-être avait-il le pressentiment de l'union future des deux sciences, et voulait-il demander aux entrailles de la terre de compléter les indications de son télescope.

Messieurs, je devrais ajouter bien des choses encore au tableau qui vient d'être déroulé devant vous. J'aurais à mentionner de nombreuses explorations entreprises par de hardis voyageurs en Amérique, en Chine, dans la Nouvelle-Zélande et jusque dans l'Himalaya. Il faudrait vous entretenir des savantes études sur les anciens glaciers de MM. Gastaldi, Martins et Collomb et vous parler des applications toujours croissantes de la géologie à l'agriculture, applications auxquelles le savant distingué qui nous préside prend une part si active. Il conviendrait aussi de donner un souvenir à cette Exposition universelle où la géologie était si dignement représentée, et à cette session extraordinaire de 1867, pendant laquelle la Société géologique de France a donné une nouvelle force aux liens qui l'unissaient à nos confrères de l'étranger.

Mais je ne saurais me dissimuler que plus je m'efforcerai

d'être complet et plus je mériterai le reproche de ne l'avoir pas été. Je préfère donc m'arrêter sur cet aveu et terminer ici un discours dont votre extrême indulgence pouvait seule me pardonner la longueur. Peut-être aussi devrais-je m'excuser d'avoir, de temps à autre, laissé prendre à mon langage une tournure en désaccord, soit avec la gravité de cette assemblée, soit avec le peu d'importance de celui qui vous parlait. Mais, Messieurs, la géologie, vous le savez, est une bonne mère, qui n'a pas coutume d'élever ses enfants dans la crainte et le tremblement. Bien différente de ces sciences qu'on professe dans des amphithéâtres, où la distance entre le maître et le disciple est encore augmentée par la solennité que revêt l'enseignement, la science géologique s'apprend au grand air, en face de la nature et loin de tout apparat. Tous ceux qu'elle réunit sur le terrain, quel que soit leur âge, partagent les mêmes fatigues, endurent les mêmes intempéries, se réjouissent au même soleil, et s'asseoient à la même table. De là une certaine liberté d'allures qui, sans altérer le respect des débutants pour leurs devanciers, établit leurs relations mutuelles sur une base où l'affection et la confiance tiennent plus de place que la crainte. D'ailleurs, je me suis trop souvent rencontré avec ceux que j'honore comme mes maîtres pour n'avoir pas appris à compter beaucoup sur leur bienveillance et j'espère qu'elle me manquera d'autant moins aujourd'hui que j'en ai plus besoin.

Séance du 16 *mars* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Élisée Reclus, à Vascœuil, près Croisy-la-Haye (Seine-Inférieure); présenté par MM. J. Marcou et Éd. Collomb.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. G. Cotteau, *Échinides nouveaux ou peu con-*

ius (Extr. de la *Revue et magasin de zoologie*, 1867), in-8, p. 125-139, pl. XVII et XVIII.

De la part de M. J. Garnier, *Essai sur la géologie et les ressources minérales de la Nouvelle-Calédonie*, in-8, 92 p., 2 pl.; Paris, 1867; chez Dunod.

De la part de M. Éd. Lartet, *Note sur deux têtes de carnassiers fossiles* (Ursus *et* Felis) *et sur quelques débris de Rhinocéros provenant des découvertes faites par M. Bourguignat dans les cavernes du Midi de la France*, in-8, 40 p., 1 pl.; Paris, 1867, chez Victor Masson et fils.

De la part de MM. de Loriol et G. Cotteau, *Monographie paléontologique et géologique de l'étage portiandien du département de l'Yonne*, in-4, 260 p., 15 pl.; Paris, mars 1868, chez F. Savy.

De la part de M. G. de Saporta, *Aperçu sur la flore de l'époque quaternaire*, in-8, 17 p.; Caen, 1867, chez F. Le Blanc Hardel.

De la part de M. J. P. Whitney, *le Colorado aux États-Unis d'Amérique*, in-8, 71 p., 2 pl.; Paris, 1867, chez L. Berger.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. — 1868, 1er sem.; T. LXVI, nos 10 et 11; in-4°.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. XIII, 1865; *Tableaux météorologiques*, f. 12-17, t. XV, 1867; *Bulletin des séances*, f. 11-21, in-8.

L'Institut, n° 1783; 1868; in-4.

The Athenæum; nos 2106 et 2107; 1868; in-4.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt, 1868, n° 4, in-8.

Isis, 1867; nos 10-12, in-8.

Revista minera, 1er mars 1868, in-8.

M. J. Garnier présente une brochure sur la géologie de la Nouvelle-Calédonie (V. la *Liste des dons*).

M. Albert Gaudry présente une note de M. de Saporta sur les plantes de la période quaternaire (V. la *Liste des dons*) et fait connaître les principaux résultats de ce travail.

A l'occasion de cette présentation M. Belgrand émet les considérations suivantes :

Les restes des plantes de l'époque quaternaire sont extrêmement rares dans le bassin de la Seine, ce qui tient à la grande violence des cours d'eau qui existaient alors. Les feuilles et les parties délicates des plantes ont été détruites; il en a été tout autrement, on le sait, pendant l'ère des tourbes où les cours d'eau ont été sans violence dans un grand nombre de vallées, et ont conservé au fond de leurs eaux limpides les restes de la plupart des végétaux qui croissaient alors sur leurs bords.

Pour trouver des traces de la flore quaternaire, il faudrait peut-être explorer les dépôts calcaires formés par certaines rivières dont les eaux trop chargées de carbonate de chaux sont incrustantes.

M. Leymerie a signalé un dépôt de ce genre dans le département de l'Aube, à Resson près de Villenauxe.

Ce ruisseau a déposé un travertin qui est bien certainement quaternaire, puisqu'on y trouve des ossements d'Éléphants, de Castors, etc. On y rencontre aussi des coquilles terrestres et lacustres (Limnées, Cyclostômes, Hélices) et des plantes aquatiques et terrestres, notamment des *Chara*, des Roseaux, des feuilles de Scolopendre et d'arbres dicotylédones. (Voir la *Statistique géologique de l'Aube* de M. Leymerie, p. 102.)

Ces dépôts de travertin formés par des sources incrustantes ne sont pas rares dans les terrains jurassiques de la Bourgogne, surtout dans la traversée du *fuller's-earth*, qui, on le sait, est composé dans cette contrée de marnes et de calcaires marneux. Les sources très-nombreuses et souvent considérables qui sortent de ce terrain sont tellement chargées de carbonate de chaux, qu'elles ont formé des montagnes de tuf exploitées aujourd'hui pour faire des ouvrages qui exigent des matériaux légers, tels que voûtes de caves, cheminées, etc. Ces tufs incrustent un très-grand nombre de feuilles et d'autres débris de plantes, et il n'est pas douteux qu'ils se déposèrent à l'époque quaternaire comme aujourd'hui. On y trouverait donc peut-être de précieux restes de la flore de cette époque.

M. Hébert fait observer qu'il existe un énorme dépôt de bois fossile à Dixmont, près de Villeneuve-sur-Yonne, département de l'Yonne; ce dépôt est peut-être quaternaire.

M. Belgrand répond qu'il n'en est malheureusement pas ainsi. La forêt de Dixmont est couchée dans l'argile plastique et dans les sables inférieurs; c'est évidemment un dépôt ter-

tiaire éocène; c'est l'avis de tous les géologues qui ont visité les lieux, notamment de MM. Raulin et Leymerie. (*Statistique géologique de l'Yonne*, p. 535.)

M. Ed. Lartet constate que l'étude des animaux fossiles le conduit, relativement au climat de l'époque quaternaire, à des conclusions tout à fait semblables à celles de M. de Saporta. Tout semble indiquer que ce climat était surtout caractérisé par une grande humidité, et que les hivers y étaient moins rigoureux et les étés moins chauds qu'aujourd'hui.

M. Belgrand ajoute : Ce que M. Lartet vient de nous dire me paraît très-important et prouve, ce me semble, que l'ère glaciaire s'est prolongée jusqu'à la fin de l'ère quaternaire, c'est-à-dire jusqu'au moment où les grands cours d'eau ont été remplacés par nos petites rivières modernes, et où le Renne a quitté les régions aujourd'hui tempérées.

En effet, ce qui règle l'altitude des neiges éternelles, origine des glaciers, c'est bien moins la température moyenne d'hiver que celle d'été (1). Le niveau de ces neiges dans les montagnes est à l'altitude où se trouve la température moyenne d'été zéro. Aujourd'hui ces neiges sont dans les Alpes à l'altitude de 2,700 mètres environ, et sous la zone torride à 4,800 mètres. On sait aussi que la température moyenne diminue de 1 degré lorsqu'on s'élève de 180 mètres dans l'atmosphère; sous l'équateur, où les températures moyennes sont peu différentes, cette variation est la même en été et en hiver. A Paris, elle est de 1 degré par 200 mètres en hiver et de 1 degré par 160 mètres en été.

Ces lois sont éternelles et n'ont pu changer à aucune époque de l'histoire de la terre.

Si donc, lorsque le Renne vivait dans notre pays aussi bien l'été que l'hiver, le climat dans la saison chaude était le même que celui des régions qu'il habite aujourd'hui, la température moyenne d'été de nos plaines (2) était alors la même que celle

(1) Ces mots *hiver* et *été* s'appliquent ici aux six mois froids et aux six mois chauds; l'année se trouve ainsi divisée en deux parties égales entre le 22 avril et le 22 octobre.

(2) La température moyenne de Paris, du 22 avril au 22 octobre, est aujourd'hui de 15° 87 ; hors de Paris cette moyenne est de 15° environ.

que l'on constate aujourd'hui dans les montagnes de la Laponie, soit de 5 à 6 degrés au plus.

On en conclut immédiatement l'altitude des neiges éternelles à l'époque du Renne. En effet, la température moyenne d'été étant 6 degrés et la température de l'atmosphère diminuant de 1 degré par 160 mètres d'altitude, il est évident que la température moyenne zéro et les neiges éternelles se trouvaient alors à $160 \times 6 = 960$ m. d'altitude.

Si donc la température moyenne d'été des montagnes de Laponie est nécessaire au Renne, comme vient de le dire M. Ed. Lartet, il est certain aussi que les neiges éternelles descendaient dans les Alpes jusqu'à l'altitude 1,000 mètres, c'est-à-dire à 1,700 mètres au-dessous de leur limite actuelle pendant le séjour de cet animal dans notre pays; par conséquent, les grands glaciers ont existé jusqu'à la fin de l'ère des grands cours d'eau, puisque le Renne disparaît dès que la tourbe envahit le fond de nos vallées.

Après quelques observations de MM. Collomb et Marcou, M. Alb. Gaudry met sous les yeux de la Société une mâchoire de *Felis spelæas* récemment trouvée dans le drift de Grenelle, par M. Martin qui en a fait don au Muséum. Cette mâchoire est de très-grande taille et d'une remarquable conservation.

M. Ed. Lartet annonce, à cette occasion, qu'un squelette presque entier du même animal vient d'être découvert par M. Filhol.

M. Alb. Gaudry fait la communication suivante :

M. d'Archiac vient d'acquérir pour le Muséum d'histoire naturelle une intéressante série de sphérosidérites de Saarbruck, qui renferment des *Archegosaurus;* un de ces sphérosidérites contient un très-bel exemplaire de l'espèce à laquelle le docteur Jordan a donné le nom d'*Archegosaurus latirostris*. Lorsque j'ai décrit l'*Actinodon* trouvé à Muse par M. Ch. Frossard, j'ai été frappé de la ressemblance de son crâne avec celui de l'*Archegosaurus latirostris;* dans le doute que ces animaux fussent d'espèces distinctes, il m'avait semblé prématuré d'adopter une nouvelle désignation spécifique, et j'avais provisoirement appelé le reptile de Muse *Actinodon latirostris* (sp. Jordan).

L'envoi que le Muséum vient de recevoir montre qu'en effet l'*Archegosaurus latirostris* a de grands rapports par la forme de son crâne avec l'*Actinodon* de Muse, mais que par ses pièces pectorales il s'en distingue, car ces pièces ressemblent à celles des autres *Archegosaurus*. Il faut donc séparer l'espèce de France de celle d'Allemagne; on pourrait la nommer *Actinodon Frossardi*, en souvenir du savant auquel on doit sa découverte.

M. Edm. Pellat présente, de la part de M. G. Cotteau, la *Description du terrain portlandien des environs d'Auxerre*, par MM. de Loriol et G. Cotteau (V. la *Liste des dons*).

M. Hébert fait ses réserves sur les conclusions de M. de Loriol. Il n'admet pas que le néocomien et le portlandien se suivent sans discontinuité, et il signale, à leur surface de séparation, des trous de Pholades qu'on peut observer à Tonnerre et à Vendœuvre.

Aux observations présentées par M. Hébert, M. Tombeck ajoute les considérations suivantes :

Il résulte de l'ouvrage même de MM. de Loriol et G. Cotteau, que les deux niveaux distingués par eux dans le portlandien de l'Yonne (zone à *Ammonites gigas* et zone à *Pinna suprajurensis*), correspondent exactement, l'un au portlandien inférieur de la Haute-Marne (*calcaires lithographiques, marnes et calcaires compactes*), l'autre à la base du portlandien moyen de la Haute-Marne (*calcaires cariés*), tandis que le reste du portlandien moyen de la Haute-Marne (*bancs verts inférieurs et calcaires tubuleux*) et le portlandien supérieur (*oolithe vacuolaire et bancs verts supérieurs*) n'ont pas d'équivalents dans l'Yonne.

Il y a donc eu dans l'Yonne, entre le dépôt de la zone à *Pinna suprajurensis* et celui des premières couches néocomiennes, un exhaussement du sol, pendant lequel la sédimentation continuait dans la Haute-Marne et donnait naissance au reste du portlandien moyen et au portlandien supérieur.

La continuité qu'on observerait, selon M. de Loriol, entre le portlandien et le néocomien de l'Yonne n'est donc qu'une continuité apparente.

Mais le terrain néocomien n'est pas seulement en discordance, comme je viens de le démontrer, avec le portlandien de l'Yonne, il l'est même avec le portlandien supérieur

de la Haute-Marne et de la Meuse, qui, ainsi que je l'ai dit plus haut, est de beaucoup postérieur à celui de l'Yonne.

On peut voir en effet, d'une part, dans les minières de Hévillers (Meuse), le fer géodique néocomien reposer dans les anfractuosités du portlandien supérieur, lequel est tellement corrodé et raviné, qu'on ne peut douter qu'il ait été solidifié bien avant le dépôt du fer néocomien.

D'autre part, aux environs de Wassy (Haute-Marne), on voit ce même fer néocomien et les marnes noires avec lesquelles il alterne reposer tantôt sur les calcaires portlandiens supérieurs à l'oolithe vacuolaire, tantôt sur cette oolithe elle-même, tantôt sur les bancs verts sous-jacents.

Ainsi à la discordance d'érosion visible à Hévillers, entre le néocomien inférieur et le portlandien supérieur, vient s'ajouter, aux environs de Wassy, la discordance par superposition transgressive.

M. Delanoüe craint que l'expression de *fer géodique* n'apporte un peu de vague dans la détermination d'un étage, ce genre de minerai (géodique, mamelonné ou scoriforme) ayant l'habitude de se loger dans les terrains perméables de tout âge.

MM. Tombeck et Hébert répondent que le mot *fer géodique* s'applique, dans la Haute-Marne, à une couche parfaitement définie par sa continuité et ses fossiles, et dont l'origine sédimentaire n'est pas douteuse.

M. Tabariés de Grandsaignes fait la communication suivante :

Du rôle important des phénomènes chimiques dans la fossilisation; par M. E. Tabariés de Grandsaignes.

La condition des corps organisés fossiles est extrêmement variée; les uns ont à peine perdu quelques-uns de leurs éléments; les autres ont subi les plus complètes et les plus étranges métamorphoses. Ces transformations ont eu lieu par des voies multiples sans doute, mais que la science, en l'état actuel, peut et doit pénétrer. Cependant, par suite sans doute, d'une marche défectueuse dans cette étude, une grande obscu-

rité règne sur le *processus* de la fossilisation, surtout de celle qui est la plus intime et la plus intéressante à étudier.

Les substances fossilisantes sont les suivantes : grès ou argile, calcaire compacte, calcaire spathique, silice, pyrite martiale, barytine, chaux sulfatée, limonite, fer oligiste, carbonaté, phosphaté, strontianite, chalcosine, chalcopyrite, azurite, malachite, soufre, galène, fluorine, calamine (?), dolomie. C'est en étudiant ces substances séparément qu'on peut se rendre compte des faits qui ont amené leur action fossilisante, et arriver aux résultats suivants.

On peut dire, d'une manière générale, que la fossilisation a lieu, soit par simple perte d'éléments, soit par modification physique, soit par substitution. La fossilisation par substitution, la seule dont nous nous occupions directement ici, s'opère, soit par remplissage ou application, soit par endosmose et absorption capillaire, ou réaction chimique.

Fossilisation due à l'action physique. — Le remplissage se fait par une action purement physique, au moins par rapport aux réactions compliquées que nous trouverons plus loin; mais il peut y avoir une précipitation chimique lorsque le corps remplissant arrive dissous, et non à l'état de suspension. Tel est le cas des tiges calcarifiées du terrain houiller ; les sédiments ont pris la place des parties ligneuses à mesure qu'elles se sont détruites : tel est le cas des moules de coquilles qui sont de nature analogue au terrain où ils se trouvent. Ces effets s'expliquent par une simple lévigation, sans avoir besoin de recourir, dans tous les cas, à la séparation d'une dissolution, de la part de la matière remplissante. Mais cette séparation chimique a eu lieu nécessairement dans le remplissage des moules de végétaux fossiles par de la sidérose cristalline. L'intérieur des tiges se décompose bien avant l'écorce; on en a la preuve dans les tiges du terrain houiller, dont l'écorce est à l'état charbonneux, tandis que le cœur est à l'état de carbonate de chaux ou de fer. De la même manière s'expliquent les moules de fossiles en fluorine. M. Delesse a montré que l'eau surchauffée (à 160°) dissout le spath fluor. M. Daubrée a même montré qu'il se dépose actuellement à Plombières des eaux alcalines. Il est facile de comprendre, d'après cela, son arrivée et son dépôt dans les empreintes de fossiles détruits.

Si l'on considère un remplissage se faisant dans les pores du corps organisé lui-même, et non dans le vide que son abla-

tion a laissé, on aura la substitution physique bien distincte, par sa marche, du remplissage, car elle a lieu par endosmose et non par glissement ou par simple pénétration, bien distincte aussi par ses résultats, car elle donne un moulage parfait des corps fossilisés, au lieu que le remplissage ne donne qu'un moulage grossier de son ensemble. C'est ainsi que des grès du terrain houiller donnent, par remplissage, la forme extérieure de tiges de monocotylédones, mais sans présenter dans la coupe leur structure intérieure, tandis que je possède d'autres moules de monocotylédones des terrains crétacés, en calcaire, qui reproduisent parfaitement, par leur coupe, par les différences de teinte et de densité, la structure plus ou moins dense du végétal, la compacité du ligneux et les vides des vaisseaux.

C'est de cette façon qu'on peut expliquer les végétaux de Sibérie convertis en azurite et en malachite, et conservant leur structure. On sait comment on rend les bois imputrescibles, en leur faisant absorber, par la pression ou même par la seule attraction capillaire, des dissolutions métalliques. La chose s'est passée sans doute de la même manière pour les végétaux carbonatés; les deux carbonates de cuivre appartiennent à de nombreuses formations; M. Delanoüe les a reconnus jusque dans la craie d'Angoulême.

Si une autre action physique ou chimique, la chaleur par exemple, succède à la pénétration, elle peut déterminer une fossilisation qui n'aurait pas eu lieu sans elle, lorsque le sel absorbé, étant très-soluble, pouvait être entraîné hors du corps organisé. C'est ainsi que M. Gœppert a obtenu une substitution dans les éléments de corps végétaux et animaux, en les plongeant dans des solutions de sels métalliques et les soumettant ensuite à l'action de la chaleur.

C'est ainsi encore que les racines absorbent, comme l'a observé M. Daubrée (*Bull. de la Soc. géol.*, 1845-1846, p. 145), le fer des terrains où elles croissent, et peuvent, à la longue, se transformer en limonite. Mais elles peuvent aussi rendre ce fer, à l'état de crénate ou de carbonate solubles. Ces sels, entraînés par les eaux, déposés et décomposés à l'air, forment le *fer des marais*, constitué en grande partie, comme l'a reconnu M. Ehrenberg, par un corps organique, la *Gallonella ferruginea*, c'est-à-dire que les sels de fer se déposent, en formant carapace et en se décomposant presque en même temps, sur le corps de l'animal que j'ai nommé.

On peut expliquer également, par des infiltrations de sources chargées de ces différents sels, et par une action postérieure de l'air ou de la chaleur, les coquilles en limonite et en oligiste de Thoste et de Beauregard. Je dois rappeler que M. Fournet a déjà signalé (*Bull. de la Soc. géol.*, 1848-1849, p. 229) les coquilles de Semur en fer oligiste comme provenant d'une formation aqueuse et épigénique.

Quelquefois l'oxyde de fer pourra être le résultat de l'oxydation d'un sulfure; on le reconnaîtra généralement à la structure radiée du corps.

La fossilisation par application est due à l'attraction moléculaire et à des courants électriques. La puissance des actions électro-magnétiques dans les couches a été reconnue par Alcide d'Orbigny (*Cours élémentaire de paléontologie*, p. 58) et démontrée par les expériences de M. Becquerel (*Mémoire sur les courants électriques*, *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. XIX), et par les travaux de M. Virlet d'Aoust (*Bull. de la Soc. géol.*, 1844-1845, p. 198). Je ne veux pas ici parler des incrustations calcaires, dues à une simple évaporation, comme celles de la fontaine de Saint-Allyre, mais de ces minces couches métalliques et siliceuses qui recouvrent certains fossiles, et qui restent quelquefois après eux comme la seule trace de leur existence. Elles ne seraient alors qu'une sorte de placage galvanoplastique.

Fossilisation due à l'action chimique. — J'arrive à l'action chimique proprement dite, par double décomposition, laquelle joue, à mon avis, un très-grand rôle dans la fossilisation, et qui pourtant reste encore enveloppée d'une grande obscurité. Alcide d'Orbigny, le grand investigateur, écrivait en 1852 : « Des lois secrètes, que nous ne connaissons encore que par « leur effet, président à ce nouveau mode de fossilisation; » et le savant M. Lyell en 1853 : « Il nous reste encore beau- « coup à apprendre, avant de connaître complétement la « transformation des corps fossiles en pierre. » Depuis, la question n'a guère avancé. Je vais tâcher cependant de montrer que l'obscurité disparaît, en grande partie, devant une observation attentive des phénomènes et leur comparaison avec les résultats déjà obtenus par la chimie expérimentale. J'espère prouver qu'on peut aujourd'hui arriver à exprimer par une formule chimique le plus grand nombre des fossilisations.

Le géologue comprend aisément la portée de ce résultat. Il relie entre eux un grand nombre de phénomènes de fossilisa-

tion; il éclaire sur les circonstances qui les ont accompagnés; rend compte des réactions chimiques et des formations de minéraux qui se sont produites dans les couches; il explique d'une manière satisfaisante les substitutions intimes d'éléments, sans déformation, que l'on rencontre dans les fossiles.

Étudions d'abord les causes qui ont déterminé la transformation des corps organisés en sulfures.

Ces corps sont notablement répandus dans la nature, et je me hâte de dire que, si la réaction chimique a amené la formation des premières particules sulfurées, cette formation a pu ensuite se développer rapidement, grâce aux propriétés éminemment électriques des sulfures. On sait que ces corps activent le dégagement de l'électricité statique, comme dans les machines électriques où l'on imprègne l'appareil producteur de bisulfure d'étain; ils sont également propres à la production de l'électricité dynamique, et l'on a construit des piles sèches dont un sulfure forme un élément.

Suivant notre manière de procéder, qui se fonde à la fois sur la méthode analytique et sur la méthode synthétique, nous considérerons d'abord les circonstances dans lesquelles se présentent les corps organisés transformés en sulfures.

M. Bonissent, le zélé géologue qui a guidé les courses de la Société aux environs de Cherbourg, a décrit, il y a quelques années, un singulier accident de fossilisation sulfurée, observé par lui dans le département de la Manche. Un chêne énorme était debout dans une tourbière; l'intérieur se présentait à l'état de bois décomposé; l'écorce était entièrement passée à l'état de fer sulfuré, qui en conservait les nœuds et la structure.

Ici, dans un terrain moderne, en voie de formation, la nature était prise, pour ainsi dire, sur le fait. On sait, d'une part, que les marécages dégagent toujours de l'acide sulfhydrique, soit qu'il provienne de matières organiques en décomposition, soit qu'il sorte de sources, comme à Enghien ou aux boues de Saint-Amand (Valenciennes). On sait, d'autre part, que le fer des marais se dépose en abondance, même aujourd'hui (M. Daubrée), et qu'il provient de la décomposition du carbonate et du crénate tenus en dissolution. On en déduit facilement cette théorie : ces deux sels de fer dissous ont été absorbés par l'écorce par l'effet de la capillarité (1); puis l'acide sulfhydrique les a trans-

(1) Cette absorption, par les vaisseaux des plantes, est prouvée par l'observation; elle paraîtra plus difficile pour les pores des coquilles; on a

formés en sulfure insoluble. On sait, en effet, que, dans les laboratoires, le protosulfure s'obtient en précipitant un sel de protoxyde par l'hydrogène sulfuré, et le bisulfure (pyrite martiale) en traitant le premier sulfure par un excès de soufre sous l'influence de la chaleur. Or, l'excès de soufre se produit ici par la décomposition spontanée de l'hydrogène sulfuré au contact de l'eau et de l'air, et la chaleur est remplacée par l'électricité qui se produit ainsi que je l'ai signalé plus haut :

$$FeO,CO^2 + 2\,HS + O = FeS^2 + CO^2 + 2\,HO$$

Je dois dire ici les raisons qui m'empêchent d'accepter la théorie de la sulfurisation proposée par M. Pepys (*Geological Transactions*, t. I, p. 399) et adoptée par sir Ch. Lyell. On connaît l'expérience de M. Pepys : des souris s'étant noyées dans une solution de sulfate de fer, on trouva au fond du vase, au bout d'un certain temps, des grains de pyrite, ainsi que de l'oxyde de fer et du soufre. Le sulfate de fer avait été désoxydé par l'hydrogène des matières organiques; la formule suivante rend compte de tous ces produits et de toutes ces réactions :

$$3\,(FeO,SO^3) + C^2H^4 + C = FeS^2 + Fe^2O^3 + S + 2\,CO^2 + CO + 4\,HO$$

J'ai supposé que l'hydrogène s'est dégagé à l'état de gaz des marais.

On en a conclu que les transformations des matières organiques en pyrite doivent, en général, s'expliquer de la même manière. Je crois que c'est une erreur et que le cas très-particulier de l'expérience que j'ai mentionnée ne doit pas servir de base à une théorie générale.

Supposons, pour un moment, la préexistence du sulfate de fer, et rappelons-nous que nous sommes dans une tourbière, c'est-à-dire dans un terrain essentiellement sédimentaire et aqueux. D'où peut provenir ce sulfate de fer? D'eaux de sources? Mais M. Beudant ne trouve en France que deux sources, à Passy

---

peine à comprendre que leur test se pénètre complétement de carbonate de fer. On admettra plus aisément que le sel de fer ait rempli des cavités laissées par l'ablation du test calcaire dissous. Alors le second test ne devra contenir aucune trace de matière organique; on en a cependant trouvé dans des coquilles siluriennes, où l'on n'apercevait plus le test primitif. Ainsi le sel métallique a pris la place du test, tantôt par remplissage, tantôt par infiltration capillaire; cette remarque est applicable à tout ce qui va suivre.

(Seine) et à Cransac (Aveyron), qui en renferment et en quantité réellement inappréciable par rapport à la masse de sulfure dont il s'agit. Provient-il de l'oxydation d'un bisulfure? Mais celui-ci vient alors lui-même d'un sulfate, et vous tournez dans un cercle vicieux. Provient-il de l'oxydation d'un protosulfure? Alors vous entrez dans la première partie de ma théorie pour expliquer la formation de celui-ci ; pourquoi ne pas admettre la seconde, beaucoup plus simple que les réactions de Pepys? D'ailleurs nous sommes dans une tourbière, et quand a-t-on signalé la présence du sulfate de fer dans les eaux de ces sortes de dépôts? Enfin on sait que les sulfures, en se transformant en sulfates, se gonflent, se déforment et se désagrégent ; comment le sulfure, reformé ensuite, aurait-il conservé ce moulage des nœuds et de l'écorce qui a frappé M. Bonissent?

Je crois donc, en présence de ces considérations, qu'il faut s'arrêter à la formule simple et conforme aux faits acquis à la science que nous avons posée la première. Cela n'empêche pas que la théorie de M. Pepys ne puisse s'appliquer, mais dans des circonstances spéciales qui permettront de reconnaître l'arrivée ou la formation d'un sulfate.

Le fait de sulfurisation ferrugineuse que nous avons étudié peut servir à expliquer d'une manière analogue la transformation de tous les fossiles en sulfures, car leur gisement montre qu'ils se sont trouvés dans les mêmes circonstances.

Les trilobites, dont le test s'est changé en fer sulfuré, sont dans des schistes qui supposent un dépôt vaseux, et par conséquent production d'acide sulfhydrique et de fer; les graines de Shepey, en pyrite, sont dans une argile bleue, qui indique la même origine. Les cônes végétaux de chalcosine, en Frankenberg, les écailles de poissons de Mansfeld, en chalcopyrite, s'expliquent d'une manière analogue en remplaçant le carbonate de fer par celui de cuivre. Toutefois ces écailles ne sont peut-être qu'un moule extérieur, un de ces placages explicables par les actions électro-magnétiques dont M. Virlet d'Aoust a fait ressortir l'influence fréquente; on sait, en effet, que le cuivre se réduit plus facilement que le fer à l'état métallique, et peut de là passer aussi facilement à l'état de sulfure, sous l'influence des gaz. M. Jordan a présenté, en 1841, des moules de fossiles ainsi obtenus.

J'appliquerai, sans hésiter, ma théorie aux fossiles en galène. Cette substance s'y trouve généralement en cristaux disséminés dans les restes végétaux; mais, à Semur, on voit des coquilles

ainsi transformées tout entières. On peut facilement admettre le dégagement d'acide sulfhydrique à l'époque de cette formation; mais l'incrustation antérieure de carbonate de plomb dans les pores des fossiles ou dans leurs moules en creux semble plus difficile, ce sel étant peu soluble dans l'eau. Pourtant il faut bien admettre qu'il s'est présenté très-souvent à l'état de dissolution; car, d'une part, il se trouve dans la nature, comme le remarque M. Beudant, à l'état de cristaux très-nets et très-variés, et, d'autre part, il est impossible d'admettre que cette cristallisation ait eu lieu par voie sèche, puisque le plomb carbonaté se décompose par une faible chaleur. Enfin on sait que les eaux venues par des conduits de plomb doivent au carbonate leurs propriétés vénéneuses, et M. Schwartz, de Breslau, a proposé récemment de transformer l'intérieur des tuyaux en sulfure de plomb, celui-ci étant, par rapport au carbonate, parfaitement insoluble.

Faut-il rattacher à la même origine, suivie d'une décomposition postérieure, les fossiles en soufre de l'Aragon? Ce gisement est des plus curieux et mérite une attention particulière.

Il fut signalé à la Société géologique par M. Braun (*Bull. de la Soc. géol.*, 1re série, vol. XII, p. 172) et visité depuis par M. de Verneuil. Le terrain de la province de Teruel se compose d'un groupe inférieur de marnes et de conglomérats *fortement colorés par de l'oxyde de fer*, et d'un groupe supérieur formé de couches de gypse *quelquefois saccharoïde*, de marnes *bitumineuses* et de dolomies *poreuses*. Les fossiles se trouvent dans une couche de ce groupe, au milieu d'une roche mélangée de soufre et de marne bitumineuse, contenant 50 à 70 pour 100 de soufre; le toit de ce dépôt est également imprégné de bitume. Le tout appartient à l'étage tertiaire supérieur.

M. Braun se rend difficilement compte de cette fossilisation. Après avoir constaté seulement que les pyrites se forment dans les marais, il écrit : « Ne serait-il pas possible que le soufre « provînt de la réduction de l'acide sulfurique ou des sulfates, « occasionnée par la décomposition des corps organiques? Je « n'ose admettre l'opinion que ce sont l'hydrogène, l'hydro- « gène carboné et l'acide sulfhydrique dégagés pendant la pu- « tréfaction, qui opèrent la formation du soufre; mais, en « admettant que ces circonstances aient favorisé cette réduc- « tion, rien n'empêche d'expliquer ainsi la séparation du soufre « de l'acide sulfurique. » J'avoue que je ne puis comprendre cette séparation; lorsqu'on fait agir sur de l'acide sulfurique

un corps avide d'oxygène, il se forme de l'acide sulfureux et non du soufre. Je ne puis pas comprendre davantage qu'une quantité de soufre aussi considérable que celle qui a été signalée, et que j'ai constatée sur les échantillons de M. de Verneuil, puisse être le résultat de la décomposition de l'hydrogène sulfuré qui se serait dégagé des matières organiques.

Alcide d'Orbigny propose une autre explication : « La dé« composition des pyrites de fer a quelquefois donné lieu à un « accident de fossilisation fort remarquable. On voit, dans « certaines couches, des fossiles entièrement convertis en « soufre natif, et ce corps simple, qu'on ne peut guère suppo« ser avoir remplacé *à priori* les corps organisés, s'y trouve « ainsi, sous l'influence de certaines forces, au nombre des « substances minérales fossilisantes. » Cette phrase un peu obscure semble vouloir dire en définitive que le soufre est *un résidu* direct de la décomposition des pyrites dans lesquelles les corps organiques se seraient d'abord transformés. Cette explication, en passant, du savant paléontologue ne saurait être acceptée par les chimistes. Dans la décomposition des pyrites, lequel des éléments se dégage? Le soufre; c'est l'oxyde métallique qui reste. Les pyrites altérées pourront donc laisser de la limonite, jamais du soufre uniquement; et pourtant dans le groupe supérieur il n'y a que des traces d'oxyde de fer, tandis que le soufre constitue les moules intérieurs des fossiles. dont il remplit complétement les empreintes.

Les théories précédentes doivent donc être repoussées, et voici celle que je proposerai. Le groupe inférieur a contenu un amas de pyrites et de matières organiques. Les pyrites ont subi une combustion par l'arrivée de l'air dans quelques fissures. La première phase a été la formation de pyrite magnétique, puis de sulfate de fer, et le dégagement de vapeurs de soufre qui se sont condensées dans la couche supérieure, avec et un peu au-dessous du bitume provenant de la distillation des matières organiques :

$$3\,FeS^2 = Fe^3S^4 + S^2$$
$$Fe^3S^4 + 12\,O = 3\,(FeO,SO^3) + S$$

C'est ainsi qu'on prépare, dans l'industrie, le sulfate de fer et le soufre. Sous l'influence de la chaleur, le sulfate de fer a pu se décomposer, en laissant pour résidu du sesquioxyde, et en dégageant de l'acide sulfurique, qui est allé métamorphiser les couches supérieures :

$$2\,(FeO,SO^3) = SO^2 + Fe^2O^3,SO^3$$
$$Fe^2O^3,SO^3 = Fe^2O^3 + SO^3$$

C'est la préparation industrielle du colcothar et de l'acide de Nordhausen.[1]

Les réactions sont presque évidentes par l'inspection des couches. On trouve, en bas, de l'oxyde de fer, en haut, du soufre dans du gypse, c'est-à-dire les deux éléments de la pyrite.

On rencontre des dolomies caverneuses, du gypse saccharoïde, et, à la partie supérieure, du bitume et du soufre, c'est-à-dire les traces d'un développement de chaleur suffisant pour expliquer l'arrivée de ce dernier, mais insuffisant pour détruire le test des coquilles, qu'on retrouve assez souvent. En un mot, il nous semble que la théorie que nous avons exposée explique le plus naturellement les phénomènes qui sont signalés. Le soufre n'est pas resté, il est arrivé.

Toutefois, le soufre que l'on trouve en petites quantités dans les cavités des terrains fossilifères peut être considéré comme un résidu de fer sulfuré, lequel aurait remplacé les corps organiques et se serait ensuite entièrement transformé en sulfate et en soufre. Cette origine du soufre se reconnaîtra à son incohérence et à sa petite quantité, car il ne présentera jamais plus des seize centièmes du sulfure primitif.

Passons aux corps transformés en sulfates; ceux que l'on trouve le plus habituellement à cet état sont en barytine ou en gypse; ce sont les sulfates les moins solubles.

J'ai étudié à Alençon, avec l'obligeant concours d'un zélé géologue de cette ville, M. Letellier, un abondant gisement de fossiles en sulfate de baryte qui se trouve dans cette localité, et l'on me permettra de donner ici le résultat de mes observations.

Les environs d'Alençon forment un bassin oolithique circonscrit par des redressements de grès siluriens; les trois oolithes, qui se voient toutes dans un rayon étroit, reposent directement sur le granite. La ville elle-même est bâtie sur une lentille d'arkose enclavée dans l'oolithe inférieure.

Cette arkose se compose, à sa base, de fragments anguleux d'une roche siliceuse très-dure, avec traces de galène, de plomb phosphaté (?), de blende, de sperkise, de fer oligiste, puis, d'un sable ferrugineux, mêlé d'argile, dans lequel se trouvent les fossiles en baryte. Ce sable appartient à l'oolithe

inférieure, laquelle, au-dessus et autour de la lentille quartzeuse, est à l'état ordinaire de calcaire oolithique.

M. Letellier considère avec raison cette formation d'arkose quartzeuse comme due à un dépôt sous-marin de silice provenant d'abondantes sources thermales, qui auraient surgi du granite. La nature compacte et translucide de la silice annonce en effet sa précipitation, et la présence des minéraux métalliques l'action de la chaleur. Ceci posé, il est facile de nous rendre compte de la formation de la barytine.

Remarquons tout d'abord que son insolubilité ne permet pas d'admettre qu'elle se soit déposée des eaux thermales; il faut donc admettre qu'elle s'est formée sur place.

M. Delanoüe expliquait, en 1851 (*du Métamorphisme plus ou moins réel des roches*), la formation d'un gisement inorganique de barytine par la réaction du sulfate de fer sur le carbonate ou l'hydrate de baryte, le sulfate de fer provenant de la décomposition des pyrites. Ce géologue ajoutait : « Le sulfate ba-
« rytique reproduit les fossiles détruits; mais il est souvent dif-
« cile de découvrir le chemin qu'a suivi le sulfate barytique
« pour pénétrer dans la roche. »

Postérieurement à l'émission de cette théorie, dont l'initiative doit revenir à M. Delanoüe, mais sans en avoir eu connaissance, l'étude des terrains d'Alençon m'a amené à expliquer d'une manière à peu près identique et plus minutieuse la transformation des fossiles dont il s'agit.

L'oxyde de fer est très-abondant dans l'arkose d'Alençon; les fossiles en sont toujours revêtus. D'autre part, les sources thermales siliceuses contiennent du sulfate de fer; on en a signalé tout récemment dans celles d'Atami, au Japon; il est vrai que les geysers d'Islande n'en renferment pas, d'après les analyses de M. Damour; mais c'est tout simplement parce qu'elles ne rencontrent pas de fer sur leur route; car elles ne contiennent aucun sel de ce métal, mais elles recèlent jusqu'à neuf centigrammes, par litre, d'acide sulfurique.

Quant à la baryte, elle devait être à l'état de carbonate, et, comme il est presque impossible de supposer la substitution d'un carbonate à un autre de la même classe, on ne peut croire que les polypiers et les coquilles aient été, dans l'origine, à l'état calcaire. Il ne peut pas être ici question de la disparition du test primitif et du remplissage du moule laissé par lui, au moyen d'une autre substance; la gangue des fossiles est un gros sable incohérent qui n'a pu former de moules. Mais le

carbonate de baryte jouit des mêmes propriétés, se dissout et se dépose dans les mêmes conditions que le carbonate de chaux. Ne peut-on pas penser que, s'il remplaçait le carbonate de chaux dans les eaux de la mer oolithique, du moins dans ces parages, s'il se trouvait dissous en abondance dans les eaux où croissaient les polypiers, ceux-ci s'en sont incrustés tout d'abord?

Cette double décomposition et le dépôt cristallin du sulfate de baryte n'ont plus rien d'étrange depuis les belles expériences de M. Frémy, qui a obtenu, à l'état cristallisé, le sulfate de baryte, le sulfate de strontiane et d'autres sels insolubles, en opérant de doubles décompositions très-lentes au moyen de plaques poreuses ou de membranes interposées entre les liquides salins qui devaient agir l'un sur l'autre. On peut admettre que la tunique membraneuse que revêtent les polypiers a pu aider à la réaction.

Des phénomènes analogues ont dû se produire dans la transformation des corps organiques en sulfate de strontiane.

Examinons maintenant les causes qui peuvent expliquer la présence du sulfate de chaux dans les fossiles.

Lors de fouilles pratiquées, il y a quelques années, dans des sarcophages de l'église Saint-Pierre, à Vienne (Isère), on a reconnu que dans quarante cercueils en pierre parfaitement fermés, et ayant quelques-uns plus de quatorze siècles d'existence, la matière organique avait complétement disparu, et avait à peine laissé quelques traces aux endroits correspondant aux points d'appui du corps. Quant aux éléments minéraux, c'est à peine si on a trouvé quelques centaines de grammes de matière ayant la structure des os, mais avec cette particularité que le résidu était une masse cristalline, très-friable, blanche ou violette, transparente, et présentant tous les caractères du *sulfate de chaux* le plus pur. Dans deux tombes, des os intacts, dans une troisième, des cheveux et des fragments de tissus de laine révélaient également au microscope des cristaux blancs de même nature.

Comment expliquer ces phénomènes, qui se rapportent à une véritable fossilisation? Comment comprendre le départ du phosphate des os et l'arrivée de l'acide sulfurique? Quant à la disparition des matières organiques, elle est bien aisée à expliquer au bout d'un si long espace de temps, malgré la fermeture plus ou moins exacte des tombes; les corps se sont transformés en produits gazeux ou liquides qui se sont dégagés ou qui ont filtré à travers la pierre. Quant à l'acide sulfurique,

rappelons-nous que M. Dumas a montré que l'acide sulfhydrique, au contact de l'oxygène humide, se transforme en ce corps, surtout en présence de corps poreux, comme ici les os. Or, rien de plus facile à admettre que le dégagement du gaz acide sulfhydrique, soit qu'il provînt des corps, soit qu'il se dégageât des terres. Sous l'influence de l'eau et de l'air, et au contact des os, ce corps s'est transformé en acide sulfurique, qui a décomposé lentement le carbonate et le phosphate tribasique de ceux-ci; on retrouve la réaction connue dans la préparation du phosphore :

$$CaO,CO^2 + {}^3CaO,PhO^5 + 3\,(SO^3,HO) = 3\,(CaO,SO^3) + CO^2 + (2\,HO,CaO)\,PhO^5 + HO$$

L'acide carbonique s'est dégagé; le phosphate acide s'est dissous et a disparu par infiltration; il n'est plus resté que le sulfate de chaux, très-peu soluble, qui a cristallisé par voie humide, en gardant la forme des os, à cause de la lenteur de la réaction qui n'est encore que commencée dans certaines tombes.

C'est ainsi que pourra s'expliquer souvent la conversion complète d'un fossile en gypse. Mais, souvent aussi, le gypse ne constitue pas le fossile; il ne s'y trouve qu'accidentellement, sous forme de cristaux; c'est ainsi qu'on le rencontre dans les ossements des gypses tertiaires. Dans ce cas, la théorie précédente ne paraît plus applicable, et il est très-probable que le gypse des sédiments qui enveloppent les corps enfouis s'est déposé tout formé, apporté par des sources plus ou moins chaudes; car, s'il était le produit d'une cause modifiante postérieure ou contemporaine d'un dépôt calcaire, cette cause aurait altéré aussi bien les corps enfouis que les sédiments qui les enveloppent, et, dans tous les cas, il ne se pourrait agir de la transformation locale d'hydrogène sulfuré en acide sulfurique, au sein d'un dépôt compacte et à l'abri du contact de l'air. Les cristaux intérieurs s'expliquent alors par l'infiltration des eaux séléniteuses.

Cela n'empêche pas que, lorsque le gypse se sera formé par voie métamorphique, par l'arrivée de vapeurs sulfureuses pénétrant des dépôts calcaires, comme l'a observé M. Coquand à Calamoresca (Toscane), et ce que l'on reconnaîtra, suivant M. Elie de Beaumont, à ses dislocations et à son gonflement, les fossiles gypseux qu'on y trouvera se seront transformés d'une manière assez analogue aux ossements de Vienne, bien que la

production de l'acide sulfurique ait pu avoir lieu d'une façon différente.

Nous devons traiter à part la transformation des fossiles en vivianite (phosphate de fer), car elle ne rentre dans aucune des précédentes réactions. Pour nous en rendre compte, il faut nous reporter aux lois de Berthollet ou plutôt à celle de Dulong qui énonce que deux sels étant donnés, l'un soluble, l'autre insoluble, il y a décomposition toutes les fois que la base du sel insoluble peut former, avec l'acide du sel soluble, une combinaison insoluble douée d'une forte cohésion. Supposons une eau chargée de carbonate de fer imprégnant un corps contenant du phosphate de chaux, tel qu'un os ou un coprolithe, il y aura double décomposition, car le sel de fer est soluble, le phosphate de chaux insoluble, et le phosphate de fer qui peut se former décomposable seulement au feu de forge sous l'action du charbon. C'est ainsi que les choses ont dû se passer dans le mode de fossilisation qui nous occupe.

Il ne me reste plus à parler que de la silicification, sur le mode de laquelle on est déjà fixé d'une manière satisfaisante. Voici l'explication que M. Delanoüe en donnait à la Société géologique, en 1853. Tous les acides, même l'acide carbonique, décomposent les silicates solubles. Or, les roches granitiques contiennent des proportions notables de ces minéraux; ces roches se sont désagrégées et ont perdu leurs parties solubles entraînées par les eaux. C'est ainsi que les feldspaths, suivant le docteur Turner, les micas, suivant sir Ch. Lyell, ont été une source de silice dissoute; en 1857, M. Daubrée montra, par expérience, que le granite agité dans l'eau froide perd, en vingt-quatre heures, un millième de son poids de silicates solubles. D'autre part, les corps organiques contiennent ou dégagent de l'acide carbonique. De là l'explication de la transformation de ces corps en silice et de la substitution intime de cette substance au corps lui-même.

Je dois faire remarquer que déjà M. Bowerbank, en 1842, M. Constant Prévost, en 1845, enfin M. Alb. Gandry, en 1852, avaient mis sur la voie de cette théorie. Je pense que c'est ainsi, par une double décomposition chimique, que doivent s'expliquer la plupart des silicifications intimes, celles surtout des végétaux; mais il est vrai de dire aussi, avec M. Gaudry, que bien des silicifications résultent d'une simple séparation de la silice de sa dissolution et de sa précipitation, à l'état de moulage, dans les empreintes laissées par les corps organiques

déjà détruits. On peut se rendre compte du *processus* prédominant de la fossilisation par l'inspection attentive du fossile. Par exemple, on voit des oursins, ayant conservé leur test, qui sont, à l'extérieur, empâtés dans la craie, et, à l'intérieur, incrustés d'une couche de silice. La silice était donc peu abondante dans les eaux, et, si elle s'est déposée de préférence à l'intérieur, c'est qu'elle y était appelée par une décomposition organique. Si, au contraire, l'oursin est rempli et empâté par la silice, si surtout des filets siliceux passent par ses ouvertures, il est possible que le moulage ait eu lieu après le départ des parties organiques par une précipitation abondante de silice due à une cause extérieure et étrangère au corps fossilisé.

Nous avons essayé d'expliquer, en rassemblant les travaux antérieurs et nous aidant de nos propres observations, tous les modes de fossilisation que l'on a rigoureusement constatés jusqu'à ce jour. Nos explications, appuyées sur la synthèse et les expériences des laboratoires, paraîtront-elles aux géologues aussi acceptables qu'elles nous l'ont paru? Nous l'espérons. On pourra nous objecter certainement des cas particuliers que nous ignorons encore, et dans lesquels quelques-unes de nos théories ne seraient pas applicables. Nous les acceptons d'avance; mais nous croyons que, presque toujours, une précipitation ou une double décomposition chimique rendra compte de ces particularités.

Le travail que nous venons de présenter est sans doute bien incomplet; bien des travaux antérieurs et précieux ont dû nous échapper, par suite même de leur défaut d'ensemble. Nous espérons en obtenir, plus tard, la communication, pour les grouper autour des faits que nous avons déjà recueillis. Nous croyons cependant que l'essai précédent aura suffi pour éclaircir et développer l'idée que l'étude et l'observation ont fait naître en nous, à savoir : qu'une formule chimique suffit à expliquer la plupart des fossilisations. Dans tous les cas, nous serions heureux d'avoir pu arrêter l'attention de nos confrères sur un des points les plus obscurs et les plus intéressants de la science géologique.

A propos des coquilles remplies de soufre de Teruel, M. Louis Lartet est disposé à attribuer, comme faisait M. Max Braun, la présence du soufre à une réduction du sulfate de chaux par les matières organiques en décompo-

sition. Il doute que des actions métamorphiques se soient exercées sur les couches de Teruel et il fait observer que la présence du gypse, en ce point, ne constitue pas une exception, tout le miocène de l'Espagne et notamment de l'Aragon étant gypsifère.

M. Jacquot insiste également sur la grande homogénéité du terrain miocène méditerranéen, qui contient partout du gypse et ne présente point de traces de métamorphisme.

M. Fouqué croit que le soufre et le gypse résultent d'une décomposition incomplète de l'hydrogène sulfuré dans des roches calcaires poreuses. Ce phénomène s'accomplit encore de nos jours et il s'est exercé pendant le miocène et le pliocène. M. Fouqué est disposé à en voir la cause dans les éruptions volcaniques du bassin méditerranéen, qui ont commencé à se manifester au début de la période miocène.

M. Louis Lartet admet très-volontiers que l'origine première du soufre et du gypse soit généralement due à des actions internes; ce qu'il conteste seulement, dans le cas spécial de Teruel, c'est l'intervention du *métamorphisme*, c'est-à-dire d'une action survenue après coup et lorsque la roche était déjà déposée et consolidée.

M. Delanoüe présente ensuite quelques considérations sur l'origine du soufre.

Séance du 6 *avril* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation:

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des Savants*, mars 1868, in-4.

De la part de M. Ch. des Moulins :

1° *De la classification de certains opercules de gastéropodes* (15 mai 1867), in-8, 8 p.; Bordeaux, 1867; chez Coderc et C.

2° *Liste des principaux fossiles recueillis à Cazeneuve dans le calcaire de Bazas pendant l'excursion de la cinquantième fête Linnéenne* (27 juin 1867), in-8, 64 p.; Bordeaux, 1868, chez Coderc et C.

3° *Description et figures de quelques coquilles fossiles du terrain tertiaire et de la craie, Gironde, Royan* (5 décembre 1867), in-8, 23 p., 1 pl.; Bordeaux, 1868; chez Coderc et C.

4° *Lettre de M. François Crépin*, in-8, 10 p.; Bordeaux, 1868; chez Coderc et C.

De la part de M. E. Saint-John Fairman, *A treatise of the petroleum zones of Italy*, in-8, 75 p., 1 carte; Londres, 1868; chez E. et F. N. Spon.

De la part de M. Alph. Favre, *Station de l'homme de l'âge de la pierre à Veirier, près de Genève*, in-8, 10 pl.; Genève, 18 février 1868.....

De la part de M. F. Fouqué :

1° *Les anciens volcans de la Grèce*, in-8, 23 p.; Paris, 1867; chez J. Claye.

2° *Premier rapport sur une mission scientifique à l'île de Santorin*, in-8, 30 p., 6 pl.; Paris, 1868; Imprimerie impériale.

3° *Les éruptions sous-marines des Açores* (Ext. de la *Revue des cours scientifiques*, 15 février 1868), in-4.

De la part de M. Gabriel de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme*, février 1868, in-8.

De la part de M. Ferdinand Hochstetter, *Reise der Oesterreichischen Fregatte Novara um die Erde, in den Jahren* 1857, 1858, 1859, in-4, 1er volume, 1re et 2e partie; 2e vol., 1re et 2e partie; Vienne, 1864, 1865, 1866; Imprimerie Impériale.

De la part de M. H. B. Medlicott, *The Alps and the Himalayas, a geological comparison*, in-8, 19 p.; Londres, 1868.....

De la part de M. C. Reinwald, *De la variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication*, par Ch. Darwin traduit de l'anglais par M. J. J. Moulinié); in-8, 445 p.; Paris, 1868; chez C. Reinwald.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences; 1868, 1er semestre. — T. LXVI, nos 11, 12 et 13; in-4.

Bulletin de la Société botanique de France, t. X, 1863, table; t. XI, 1864. Session extraordinaire à Toulouse en juillet 1864; *Revue bibliographique* F; in-8.

Nouvelles météorologiques, avril 1868; in-8.

L'Institut, nos 1785 à 1787, 1868; in-4.

Mémoires de la Société d'agriculture, etc., du département de la Marne, années 1865 et 1866; in-8.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, février et mars 1868; in-8.

Société académique des sciences, etc., de Saint-Quentin; 3e série, t. VII; travaux de 1866.

Société I. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, janvier 1868; in-8 et de 1867 in-8.

The Athenæum, nos 2108 à 2110, 1868; in-4.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt, 1868, nos 5 et 6; in-4.

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, août, septembre et octobre 1867, in-8.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, físicas y naturales, janvier 1868; in-8.

Revista minera, 15 mars et 1er avril 1868; in-8.

The American journal de Silliman; mars 1868; in-8.

M. Marcou présente à la Société de la part de l'auteur, M. le Dr Ferdinand von Hochstetter, la partie géologique, paléontologique et minéralogique du voyage autour du monde de la frégate autrichienne *Novara* (v. la *Liste des dons*).

Habituellement les voyages autour du monde ne permettent pas aux observateurs de faire des recherches de longue haleine, et l'on est obligé de se borner à des explorations de 15 ou 20 jours, au plus, autour des points de relâches du bâtiment. Pendant la première partie de son voyage le Dr Hochstetter a suivi ce mode d'observation, et, dans la première partie du second volume, il donne des résumés des reconnaissances géologiques qu'il a exécutées rapidement aux environs de Gibral-

tar, de Rio-de-Janeiro, au cap de Bonne-Espérance, à l'île Saint-Paul dans l'océan Indien, aux îles Nicobar, à Java et sur la côte orientale de l'Australie. Mais arrivé dans la Nouvelle-Zélande, la crainte de voir la frégate *Novara*, saisie ou arrêtée par les croiseurs français, pendant la guerre d'Italie, en 1859, et ignorant que le gouvernement français avait donné l'ordre de laisser passer la *Novara* et de ne l'inquiéter en rien dans sa mission scientifique, le Dr Hochstetter crut devoir débarquer et s'établir pour quelque temps dans le pays de Maori. Le long séjour qu'il y fit pendant les années 1859, 60 et 61, lui a permis de donner une description géologique détaillée, avec un atlas géologique d'une partie de ces îles, alors si peu connues; et l'on peut dire que c'est à ses découvertes et à ses recherches, en compagnie de son élève le Dr Julius Haast, que nous devons nos connaissances de la géologie Néo-Zélandaise. Le travail de Hochstetter comprend deux gros volumes in-4°, avec les cartes géologiques de la partie méridionale de la province d'Auckland, de la province de Nelson, et des cartes détaillées de l'isthme d'Auckland, des baies d'Aotea et de Kawhia, et du célèbre lac d'eau chaude de Roto-Mahana. Il décrit les terrains aurifères paléozoïques de Coromandel et de Nelson, les terrains secondaires ou mésozoïques (trias jurassique ou crétacé) de Waïkato et de Kawhia, les terrains tertiaires, quaternaires et modernes, et enfin les volcans. Il y a de nombreuses illustrations, quelques-unes coloriées; et j'appellerai surtout l'attention sur une photographie placée en tête de la première partie du tome I, qui représente les glaciers du mont Cook; on croirait voir le glacier du Rhône dans le Valais, et tout y rappelle un panorama des Alpes de la Suisse. La partie paléontologique est très-bien exécutée, avec de nombreuses et fort belles planches; et elle comprend toute la seconde livraison du tome I et la seconde livraison du tome II. Les fossiles sont décrits par Unger, Zittel, Stoliczka, Stache, Jaeger et Karrer.

En résumé, c'est le voyage autour du monde le plus remarquable, au point de vue géologique, qui ait été accompli jusqu'à ce jour.

M. Marcou présente également les feuilles de coupes publiées par le *Geological Survey* de la colonie de Victoria (Australie).

M. G. de Mortillet présente, de la part de l'éditeur, M. Reinwald, une traduction de l'ouvrage de M. Darwin sur l'action de la domestication (V. la *Liste des dons*).

M. Fouqué, en présentant à la Société plusieurs brochures qu'il a publiées sur les phénomènes volcaniques (V. la *Liste des dons*), insiste sur les raisons qui lui font croire que l'homme a été contemporain de l'écroulement du centre de l'île de Santorin.

M. de Mortillet rappelle que les tombeaux archaïques de la Grèce ont fourni des vases semblables à ceux de Santorin, associés à des débris d'obsidienne.

M. Fouqué croit cependant que la matière et l'ornementation des vases de Santorin ne sont pas les mêmes qu'en Grèce.

M. J. Garnier fait observer que les constructions antiques de Santorin ressemblent à celles des naturels de Taïti et de la Nouvelle-Calédonie, où l'on se sert encore d'instruments en obsidienne.

M. Éd. Lartet présente, de la part de M. Alph. Favre, une note sur une station de l'âge du Renne, découverte au pied du Salève (V. la *Liste des dons*).

A ce sujet, M. de Mortillet ajoute quelques observations.

M. Ém. Benoît croit que les roches du Salève forment, non pas un éboulis, mais bien les extrémités de couches redressées et repliées, dans les intervalles et les anfractuosités desquelles les blocs erratiques sont venus se loger.

M. de Mortillet répond que pourtant tous les observateurs ont été d'accord jusqu'ici pour reconnaître dans ces roches un véritable éboulis.

M. Éd. Collomb, trésorier, donne communication du budget de la Société pour 1868.

BUDGET POUR 1868.

Recette.

DÉSIGNATION des chapitres de la recette.	N° des articles.	NATURE DES RECETTES.	RECETTES prévues au budget de 1867.	RECETTES effectuées en 1867.	RECETTES prévues pour 1868.
§ 1. Produits ordinaires des réceptions. .	1	Droits d'entrée et de diplômes	500 »	720 »	600 »
	2	Cotisations de l'année courante	8,350 »	7,423 75	8,500 »
	3	Cotisations des années précédentes	2,550 »	1,750 »	2,000 »
	4	Cotisations anticipées. .	300 »	564 »	300 »
§ 2. Produits extraordinaires.	5	Cotisations une fois payées.	1,200 »	990 »	900 »
§ 3. Produit des publications.	6	Ventes . . . Bulletin . .	1,200 »	1,513 »	1,200 »
	6'	Table des 20v.		201 50	100 »
	7	Mémoires. .	800 »	962 60	800 »
	8	Histoire du progrès. .	150 »	115 »	100 »
§ 4. Capitaux placés . . .	9	Arrérages de rentes 3 °/. .	1,870 »	1,870 »	1,870 »
	10	Arrérages d'obligations. .	585 »	585 »	585 »
§ 5. Recettes diverses . . .	11	Allocation du Ministre de l'Instruction publique pour les publications de la Société	1,000 »	1,000 »	1,000 »
	12	Souscription du Ministre de l'Instruction publique aux Mémoires	1,200 »	»	1,200 »
	13	Recette extraordinaire relative aux Bulletins. . .		150 »	100 »
	14	Loyer de la Société météorologique.	400 »	400 »	400 »
	15	Recettes imprévues, à prendre sur le don de M. Dollfus.			800 »
		TOTAUX. . .	20,105 »	18,154 85	20,455 »
§ 6. Solde du compte de 1867.		Reliquat en caisse au 31 décembre 1867 . . .			694 65
		Total de la recette prévue pour 1868 .			21,149 65

BUDGET POUR 1868.

Dépense.

DÉSIGNATION des chapitres de la dépense.	N°s des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	DÉPENSES prévues au budget de 1867.	DÉPENSES effectuées en 1867.	DÉPENSES prévues pour 1868.
§ 1. Personnel	1	Agent, traitement	1,800 »	1,800 »	1,800 »
	2	Agent, travaux extraordinaires	300 »	300 »	300 »
	3	Agent, gratification et indemnité de logement	400 »	400 »	400 »
	4	Agent, un aide temporaire à l'agent	300 »	300 »	»
	5	Garçon de bureau, ses gages et gratification	1,100 »	1 100 »	1,000 »
§ 2. Frais de logement	6	Loyer, contribut., assuranc. (rue de Fleurus)	3,000 »	2,984 55	2,850 »
	7	Loyer de la salle, rue Bonaparte (1/2 1867, 200, et 1868, 600)			800 »
	8	Chauffage et éclairage	700 »	482 95	500 »
§ 3. Frais de bureau	9	Dépenses diverses	300 »	325 40	250 »
	10	Ports de lettres	300 »	231 50	250 »
	11	Impressions lithographiques	100 »	44 »	100 »
	12	Change et retour de mandats	20 »	19 95	20 »
§ 4. Magasin	13	Mobilier	100 »	114 10	175 »
	14	Bibliothèque	300 »	479 20	375 »
§ 5. Publications	15	Bulletin, impression et planches	8,500 »	6,555 70	9,000 »
	16	Bulletin, frais de port du Bulletin	700 »	782 05	700 »
	17	Mémoires, impressions et planches	2,500 »	2,087 »	2,000 »
	18	Dépenses imprévues		84 85	»
		Pension à l'ancien garçon de bureau			200 »
		TOTAUX	20,420 »	18,091 25	20,720 »

BALANCE.

La recette étant évaluée à . . . . . 21,149 fr. 65
La dépense . . . . . 20,720 » »

Il y aura un excédant de recette de . . . 429 fr. 65

Après quelques observations sur les cotisations une fois

payées, dont le placement a dû être différé depuis plusieurs années par suite des nécessités budgétaires, on décide qu'à l'avenir il ne sera fait face à un déficit, par une voie extra-réglementaire, qu'après qu'il en aura été référé à la Société. Le budget est ensuite mis aux voix et adopté.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Coquand :

Note sur l'étage géologique auquel appartient le Cidaris glandifera *Goldf.;* par M. H. Coquand.

Goldfuss a décrit sous la dénomination de *Cidaris glandifera* des radioles piriformes ou glandiformes, garnis de granules crénelées qui confluent en carènes vers le sommet. Ces radioles, originaires du Mont-Carmel et connues depuis longtemps sous le nom de *Judaici lapides*, sont rapportés de la Syrie en Europe par les visiteurs de la Terre sainte. Ils ont été figurés d'abord par Goldfuss (*Petref.*, pl. XL, fig. 3), plus tard par M. Agassiz (Échin. suisses, pl. XXI, fig. 9), et récemment par M. Desor (Synops. des Échin., pl. IV, fig. 10). Mais aucun des auteurs qui s'en sont occupés n'a pu fixer d'une manière positive l'étage dans lequel cet échinide a laissé ses nombreuses dépouilles. Sa forme lui avait bien fait assigner, par analogie, une origine jurassique; mais encore on pouvait se tromper en cela, car il était permis de le rapprocher d'autres radioles de formes analogues que l'on rencontre dans le terrain néocomien, et entre autres du *Cidaris punctatissima*, Agass., ou du *C. clunifera* Agass.

M. Desor admet comme erronées les indications de Goldfuss et de M. Agassiz, qui le citent, le premier dans le Wurtemberg, en Bavière et au Randen, et le second au Mont-Terrible et dans les environs de Bâle. « Nous avons essayé de remonter à la « source de ces indications, ajoute le savant échinodermiste de « Neuchâtel (1), et nous les avons trouvées dénuées de fonde- « ment. Les géologues de Porrentruy n'ont jamais rencontré « le *Cidaris glandifera* au Mont-Terrible, et M. Quenstedt affirme « ne l'avoir rencontré dans aucun terrain de l'Allemagne. « Il est plus que probable cependant que c'est un fossile juras- « sique. »

(1) Desor, *Synopsis des Échinides fossiles*, p. 28.

J'ai reçu dernièrement de Syrie, sous le nom d'*Olives pétrifiées*, un nombre assez considérable de radioles du *Cidaris glandifera*, et il ne me fut pas difficile, à première vue d'abord et par comparaison ensuite, de reconnaître qu'ils étaient identiques, dans tous les détails de leurs formes et de leur ornementation, avec des Radioles que MM. Reboud et Sollier, médecins militaires, avaient recueillis vers les limites du Sahara, au campement de Makta-Liamone, chez les Ouled Aïssa, au sud de Bou-Sâada. Makta-Liamone se trouve au pied du dôme montagneux de Seba-Liamone, qui surgit du milieu d'une plaine subapennine, et s'élève de 1,300 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Ces baguettes de Cidaris étaient accompagnées de polypiers d'une très-bonne conservation, de radioles d'autres Cidaris (5 ou 6 espèces), d'articles d'Encrines appartenant pour la plupart au genre *Apiocrinus* ou à des genres voisins, et de plusieurs coquilles. Dans l'envoi de fossiles de cette provenance, qu'à son retour de l'expédition M. Reboud eut l'obligeance de me faire, il s'était glissé quelques fossiles de gisements étrangers, et entre autres la *Terebratula flabellum* et l'*Eligmus labyrinticus*, espèces qui, en Normandie aussi bien qu'en Provence, caractérisent le calcaire à polypiers de Ranville, et dont la découverte en Afrique annonce l'existence de ce membre de la grande oolithe dans l'Atlas. A défaut de renseignements précis, et me trouvant en présence d'une faune inédite, et par conséquent toute nouvelle, je fus naturellement conduit à attribuer à l'étage du cornbrash les fossiles de Seba-Liamone (1).

Postérieurement à la rédaction de ma note, une communication de nouveaux fossiles de la même localité faite par M. Sollier, qui s'occupe avec zèle d'histoire naturelle, me mit en possession de richesses bien plus abondantes et de coquilles franchement kimméridgiennes, telles que la *Rhynchonella inconstans*, l'*Ostrea solitaria*, la *Lima Astartina*, Contejean, et surtout du *Hinnites inæquistriatus* que j'avais recueilli moi-même en plein kimméridgien dans le Jura, dans les environs d'Angoulins près de la Rochelle, et dans ceux d'Angoulême, et qui ne différait en rien de ses congénères d'Europe, que M. Cotteau cite dans l'étage corallien (calcaire blanc supérieur)

(1) Coquand, Sur quelques points de la géologie de l'Algérie, *Bull.*, t. XXIV, p. 386.

de Tonnerre (*Mollusques fossiles de l'Yonne*, p. 117), M. Dollfus dans le kimméridgien du cap de la Hève, p. 85, pl. XVI, fig. 1-3), M. Contejean dans le kimméridgien des environs de Montbéliard (*Monog. de l'étage kimméridgien*, p. 214), et que Alc. d'Orbigny, dans son *Prodrome*, attribue à tort au corallien dans les environs de la Rochelle, et avec raison au kimméridgien ailleurs. A ces divers mollusques se trouvaient associés l'*Apiocrinus Roissyanus* et le *Cidaris ovifera*, Agassiz, que nous savons être kimméridgiens dans les Deux-Charentes. M. Sollier avait recueilli lui-même tous les fossiles, et me garantissait la légitimité de leur provenance.

Existait-il à Makta-Liamone deux horizons fossilifères, dont l'un pourrait se rapporter au cornbrash et l'autre au kimméridgien ? Voilà le point qu'il s'agissait d'éclaircir. Je fis part à notre collègue, M. Péron, des doubles conclusions auxquelles m'amenaient les données qui m'étaient fournies par les envois de M. Reboud et de M. Sollier, en le priant de vouloir bien me faire part de ses observations personnelles. Cet habile géologue, qui a su si bien interpréter la géologie des Hauts-Plateaux de l'Algérie, s'empressa de mettre obligeamment à ma disposition le produit de ses recherches dans le Makta-Liamone, dans lesquelles figuraient la plupart des espèces que je possédais déjà, mais je n'y découvris ni *Eligmus* ni *Terebratula flabellum*. Il m'assurait en outre qu'il n'existait dans cette montagne qu'une seule assise fossilifère, appartenant à un étage unique, et dans lequel il était disposé à voir l'équivalent du corallien, opinion que corroboraient des découvertes analogues faites sur divers points de la province d'Alger. En présence de déclarations si catégoriques et si compétentes, il est bien évident qu'on doit renoncer à voir du cornbrash dans le Matka-Liamone, et qu'il faut attendre des renseignements plus précis sur les localités qui ont fourni à M. Reboud la *Terebratula flabellum* et l'*Eligmus labyrinthicus*.

Toutefois je diffère de l'opinion de M. Péron, en ce sens, qu'au lieu du corallien je vois de préférence dans la couche fossilifère du Matka-Liamone une des assises du kimméridgien inférieur à faciès corallien, analogue à celles que j'ai eu l'occasion d'étudier à Angoulin et dans l'arrondissement d'Angoulême, et qu'à tort, suivant moi, Alc. d'Orbigny a abaissées au niveau de l'étage corallien (1), assises dans lesquelles on ren-

1) Dans le t. I de la *Description géologique et paléontologique du dépar-*

contre également l'*Apiocrinus Roissyanus*, l'*Ostrea solitaria*, la *Rhynchonella inconstans*, le *Cidaris ovifera*, etc. La présence de ces fossiles, ainsi que du *Hinnites inæquistriatus*, ne me laisse aucun doute à cet égard. C'est aussi l'opinion de M. Cotteau, et je suis convaincu que ce savant, dont l'intention est de nous faire connaître en détail la faunule si variée du Makta-Liamone, la rapprochera, non point du corallien proprement dit, de celui de Châtel-Censoir, par exemple, mais bien du kimméridgien à faciès corallien des environs de Tonnerre et de Soulangy, qu'il nous a fait connaître dans un récent mémoire (1), et qui est enclavé au milieu de couches qui contiennent la *Ceromya excentrica* et le *Mytilus subpectinatus*, espèces essentiellement kimméridgiennes. Cette distinction, si importante au point de vue de l'attribution des faunes, entre deux coralliens, dont l'un est le corallien véritable, et l'autre kimméridgien, je l'avais déjà faite, comme on l'a vu, en 1858, pour la Charente.

On voit donc, en résumé, que l'âge géologique du *Cidaris glandifera* se trouve très-nettement fixé par la position que cette espèce occupe en Algérie, et que son association avec les *Cidaris ovifera*, *Apiocrinus Roissyanus*, *Ostrea solitaria*, *Hinnites inæquistriatus*, lui assigne une date franchement kimméridgienne.

---

tement de la Charente, p. 277, j'écrivais : « Qu'entre Angoulin et la Pointe-du-Ché, près de la Rochelle, les bancs solides à *Apiocrinus Meriani* (ou *Boissyanus*) s'appuient sur les assises coralliennes, de sorte qu'Alc. d'Orbigny lui-même qui, de tous les géologues qui ont écrit, est celui qui s'est occupé avec le plus de talent à restituer aux diverses faunes leur véritable signification, s'est complétement mépris sur la nature kimméridgienne des couches à *Apiocrinus Roissyi*, *Nautilus giganteus*, *Natica hemisphærica*, *Ceromya excentrica*, *Pinnigena*, *Saussurei*, *Hinnites inæquistriatus*, *Terebratula subsella*, *Acrocidaris nobilis*, etc., en les attribuant à l'étage corallien pour les environs de la Rochelle seulement, tandis que partout ailleurs il les fait kimméridgiennes. »

Dans mon *Synopsis des fossiles du S. O. de la France* (1868), les *Hinnites inæquistriatus*, *Cidaris ovifera*, *Apiocrinus Roissyanus* qui figurent dans l'étage kimméridgien, présentent la même association qu'en Algérie, où ils se trouvent renforcés par la présence du *Cidaris glandifera* qui manque en Europe. Les choses ne paraissent pas se passer différemment dans les environs de Tonnerre.

(1) Cotteau, *Observations nouvelles sur le terrain jurassique des environs de Tonnerre*, 1868.

A ce sujet, M. Marcou rappelle qu'il a trouvé le *Cidaris glandifera* en place, non dans le séquanien, mais bien dans l'oolithe ferrugineuse avec *Ammonites Murchisonæ*, aux environs de Salins.

M. Alb. Gaudry a également trouvé le *Cidaris glandifera*, il y a cinq ans, en Syrie.

M. Edmond Pellat fait remarquer que la *Rhynchonella inconstans*, l'*Ostrea solitaria* et le *Hinnites inæquistriatus* sont coralliens autant que kimméridiens. Ces fossiles sont très-communs dans les calcaires à *Cidaris florigemma* du Boulonnais; on les trouve également dans l'oolithe corallienne inférieure du département de l'Yonne. Le *Mytilus subpectinatus* ne saurait être non plus considéré comme un fossile essentiellement kimméridien; il existe en effet déjà dans la grande oolithe.

M. Delesse fait la communication suivante :

Lithologie des mers Britanniques; par M. Delesse.

Je viens soumettre à la Société géologique une carte faisant connaître la nature des roches qui forment le fond des mers Britanniques. La méthode suivie pour l'établir est celle que j'ai employée précédemment pour étudier les mers de France (1).

Les mers Britanniques ont été explorées par un très-grand nombre de sondages, dont les résultats ont d'abord été reportés sur cette carte. Les roches sous-marines qui offraient le même caractère physique ou minéralogique ont ensuite été réunies et successivement délimitées; puis chacune d'elles a été distinguée par des teintes conventionnelles. C'est d'ailleurs d'après une méthode analogue et au moyen des résultats fournis également par les sondages, qu'il m'a été possible de construire la carte géologique souterraine des environs de Paris (2).

Il faut remarquer seulement que pour la carte des îles Britanniques chaque couleur figure des roches sous-marines of-

(1) *Comptes rendus*, avril 1867, et *Bull. de la Soc. géol. de France*.
(2) *Ibid.*, 1867.

frant un même caractère minéralogique, mais dont l'âge n'est pas nécessairement le même. Cette carte n'est donc pas géologique, mais lithologique.

Le fond des mers Britanniques présente surtout du sable, de la vase qui peut être plus ou moins sableuse et des roches pierreuses.

Considérons d'abord ces dernières roches qui, étant déjà consolidées, sont antérieures à l'époque actuelle et ne reçoivent pas de dépôts. Elles sont très-étendues au nord-ouest de l'Écosse, des Orcades et des Hébrides; elles le sont également à l'embouchure du Shannon et dans le nord-ouest de l'Irlande. On les retrouve dans le sud de cette île et dans la mer d'Irlande. Dans la Manche, elles indiquent la réunion des Cornouailles avec la Bretagne, ainsi que celle des îles de Portland et de Wight avec le Cotentin. A l'est de l'Angleterre, les roches ne se montrent guère que vers l'embouchure de la Tess et sur le prolongement du cap Flamborough. Sur les côtes orientales des Iles Britanniques, elles sont beaucoup moins étendues que sur les côtes occidentales, sans doute parce que ces dernières sont plus directement opposées à l'action des marées.

On voit que les roches pierreuses bordent habituellement les îles Britanniques, dont elles prolongent les rivages et particulièrement les caps; il est naturel de les trouver surtout dans les parties où les eaux de la mer sont le plus agitées et détruisent sans cesse ses parois. D'un autre côté, elles forment aussi le fond des détroits et des bras de mer qui sont balayés par des courants rapides; c'est en effet ce que l'on observe dans la mer d'Irlande, dans le canal Saint-Georges et dans la Manche.

Les sondages ont appris que la craie blanche émergée sur les côtes se continue sous la mer au sud-est de l'Angleterre, particulièrement vers le cap B'eachy et dans le Pas-de-Calais.

Voyons maintenant comment les dépôts meubles sont répartis dans les mers Britanniques.

Ils se classent par ordre de grosseur, et leurs débris sont d'autant plus volumineux que les eaux opérant leur transport ont une plus grande vitesse. C'est du reste ce qu'il est facile de constater, surtout près du rivage. Lors donc que les dépôts recouvrent des fonds de mer dans lesquels la vitesse des eaux ne devient jamais suffisante pour les déplacer, ils peuvent provenir de terrains meubles préexistants qui ont seulement été

plus ou moins remaniés; et alors l'étude géologique des côtes qui émergent dans le voisinage permet quelquefois de conjecturer quels sont ces terrains. Quoi qu'il en soit, les dépôts meubles peuvent appartenir, non-seulement à l'époque actuelle, mais encore à des époques bien antérieures.

Parmi ces dépôts meubles des mers Britanniques, il importe de signaler le sable en première ligne, car il domine de beaucoup et occupe des surfaces immenses dans l'Atlantique, dans la Manche, dans la mer du Nord.

Indépendamment de ce qu'il borde les rivages, il s'étend au loin jusque par des profondeurs dépassant 200 mètres.

Le gravier présente quelques plages découpées d'une manière assez capricieuse qui généralement n'ont pas une grande étendue; il s'observe à l'ouest des îles Britanniques, au sud de Cork, dans le canal de Bristol, entre la pointe de Cornouailles et les îles Sorlingues, dans la Manche; quelques traînées de gravier se montrent aussi à l'est de l'Angleterre. Ce gravier est habituellement entremêlé de dépôts plus fins; en outre, les profondeurs auxquelles il descend portent à croire que, le plus souvent, il n'appartient pas à l'époque actuelle.

D'après la carte géologique des îles Britanniques, dans le canal de Bristol, il semblerait provenir d'un affleurement sous-marin du vieux grès rouge qui est développé sur ses deux rives; au sud de Cork, il a sans doute la même origine. Dans l'est de la Manche, le gravier occupe une large plage qui paraît relier le green-sand de la Haute-Normandie avec celui de l'Angleterre. Au sud d'Exmouth et de Star-Point, dans l'ouest de la Manche, le gravier se trouve sur le prolongement de roches arénacées appartenant au trias.

Des galets de silex bordent les falaises crétacées de l'Angleterre, le long desquelles on les voit se former maintenant; mais il en existe aussi dans la Manche que la mer ne saurait plus déplacer et qui sont antérieurs à l'époque actuelle. On en trouve même jusque vers le milieu de la mer du Nord, à la latitude des Orcades.

La vase occupe des plages souvent très-étendues, qui sont entourées par du sable.

Les principales se trouvent au sud de l'Irlande; elles se poursuivent jusqu'à une grande distance des côtes et sont découpées d'une manière assez bizarre; elles sont d'ailleurs en partie formées par une vase très-molle que les marins anglais nomment *caze*. La vase ordinaire couvre de vastes surfaces

dans le canal Saint-Georges, dans la mer d'Irlande, vers l'embouchure de la Clyde, entre l'Écosse et les Hébrides. Dans la mer du Nord, elle s'observe dans les golfes de Moray, de Forth, de la Tamise; elle occupe aussi une grande surface en regard de l'Écosse et plus loin dans la vallée sous-marine profonde qui contourne le sud de la Norvége. Dans la Manche, un peu de vase se montre à proximité des côtes méridionales de l'Angleterre; il y en a notamment dans les baies de Southampton et de Tor.

La vase sableuse est habituellement associée à la vase dans les régions maritimes qui viennent d'être indiquées; souvent même elle l'entoure, ce que l'on conçoit très-bien, puisque la vase et le sable doivent nécessairement se mélanger vers leurs limites. Elle s'observe surtout au sud de l'Irlande et à l'entrée des baies Galway et Bantry, à l'ouest de Cornouailles, dans le canal Saint-Georges et dans la mer d'Irlande, dans le canal du Nord, dans le Mineh, dans le golfe Moray, à l'est du cap Flamborough, à l'embouchure de la Tamise et dans la baie de Tor. Au sud de l'Irlande, elle est d'ailleurs accompagnée de vase graveleuse.

Généralement la vase pure ou mélangée de sable présente des formes découpées irrégulièrement et qui ne sont en rapport ni avec les courants ni avec l'orographie sous-marine. Souvent même la vase remonte jusque sur le rivage, et, dans ce dernier cas, elle provient de la destruction de couches argileuses qui affleurent sous la mer. Ces couches peuvent même être indiquées avec quelque vraisemblance en étudiant la carte géologique des îles Britanniques. Ainsi, à l'embouchure de la Tamise et de la rivière Southampton, la vase est engendrée par l'argile de Londres. Dans la baie de Tor et au nord-est de cette baie, les plages de vase résultent sans doute de la destruction des marnes irisées qui se montrent à Sidmouth sur la côte voisine. Dans le golfe de Forth, la vase semble indiquer une continuation sous-marine des schistes appartenant au terrain houiller qui s'exploite sur ses rives ou bien encore des schistes siluriens du comté de Berwick. Les plages de vase qui s'étendent dans la mer d'Irlande et dans le canal Saint-Georges paraissent devoir être attribuées aux schistes siluriens qui sont si développés sur les bords opposés du vaste bassin compris entre le pays de Galles, l'Écosse et l'Irlande. Il est même probable que les grandes plages de vase qui se trouvent au sud de l'Irlande résultent de la continuation dans l'Océan des

schistes paléozoïques qui émergent dans le sud-est de ce pays, dans le pays de Galles et dans le Cornouailles.

Les îles Britanniques s'élèvent sur une terrasse sous-marine qui les réunit au continent. Cette terrasse présente des parois très-inclinées et sa limite suit à peu près la courbe de 200 mètres. Les sondages faits au delà accusent de suite de grandes profondeurs et donnent généralement une vase calcaire contenant des foraminifères et des êtres microscopiques; c'est une sorte de craie qui se forme à l'époque actuelle et s'étend au loin dans l'Atlantique.

Sur divers points des côtes les sondages indiquent des dépôts marins, qui sont exceptionnellement riches en débris de mollusques et constituent des espèces de faluns. En circonscrivant ces dépôts coquilliers par une ligne, il est facile d'apprécier comment les mollusques sont distribués dans le fond des mers Britanniques. On constate alors qu'ils sont relativement rares sur la côte orientale de l'Angleterre proprement dite, qui est baignée par la mer du Nord. Il en est de même dans l'Océan sur les plages généralement vaseuses qui s'étendent au sud de l'Irlande.

Au contraire, les mollusques sont très-nombreux dans la mer d'Irlande, ainsi que dans les canaux du Nord et de Saint-Georges. Ils abondent autour de l'Écosse, particulièrement dans le canal des Hébrides et dans la mer du Nord, entre les Arcades et le golfe de Moray.

Sur les côtes de la Manche il y en a beaucoup autour du Cornouailles et des îles Sorlingues. Loin des côtes, ils sont très-nombreux au sud-ouest de l'Irlande, ainsi qu'à l'ouest des Hébrides et de l'Écosse. Dans ces derniers parages l'on rencontre aussi des bryozoaires par des profondeurs qui sont souvent supérieures à 100 mètres.

Au nord-ouest du Royaume-Uni se montrent dans l'Océan les îles Féroë et l'écueil de Rockall. Les plateaux sous-marins qui supportent ces îles sont habités par une multitude de mollusques qui les recouvrent de leurs têts calcaires.

Enfin au sud-est de l'Écosse de grandes plages coquillières s'étendent encore très-loin dans la mer du Nord.

Les fonds les plus riches en mollusques dans les mers Britanniques sont essentiellement formés par le sable; assez souvent ils appartiennent à des roches pierreuses, quelquefois seulement à du sable vaseux ou bien même à du gravier et à de la vase sableuse, mais ils ne s'observent pas sur la vase pure. Il est

visible du reste que ces mollusques habitent pour la plupart les côtes sur lesquelles s'observent leurs débris.

Le développement des mollusques paraît en outre influencé par la constitution minéralogique des côtes voisines; car dans les mers de France l'on rencontre généralement beaucoup de mollusques sur les côtes calcaires et surtout sur celles qui sont granitiques. Dans les mers Britanniques, ils abondent entre le pays de Galles et l'Irlande, autour de l'Écosse, autour de Cornouailles; mais ces côtes sont formées de granites ou bien de schistes cristallins et paléozoïques; elles contiennent des alcalis qu'elles perdent par dissolution, à mesure qu'elles se détruisent et se décomposent, en sorte qu'elles peuvent dégager la chaux de l'eau de mer et faciliter par cela même la production du têt des mollusques.

En résumé, le plateau sous-marin qui porte les îles Britanniques reçoit d'abondants dépôts qui proviennent de sa destruction, ainsi que de l'action exercée sur ces îles par la mer et par l'atmosphère. Le sable est de beaucoup le plus important et celui qui couvre la plus grande surface. Mais les mers Britanniques présentent aussi de vastes étendues qui ne reçoivent pas de dépôts, et leur fond est alors formé par des roches qui sont antérieures à notre époque. Tantôt ces roches sont pierreuses, tantôt elles sont meubles. Parmi ces dernières, il faut citer les galets et les graviers qui se trouvent à des profondeurs trop grandes pour avoir été entraînés par les mers actuelles; il faut citer également les plages de vase, qui se montrent, au contraire, dans des eaux fortement agitées. Ces roches meubles présentent d'ailleurs des formes qui sont complétement indépendantes de la puissance et de la direction des courants, ainsi que de l'orographie sous-marine. Antérieures à l'époque actuelle, elles ont seulement été dégradées ou remaniées sur place par la mer et l'on peut souvent retrouver leur origine en étudiant la géologie des îles Britanniques.

M. Ch. Martins constate qu'une grande partie des argiles qu'on rencontre à l'embouchure des *firth* de l'Écosse sont glaciaires et appartiennent à l'étage du *boulder-clay* et du *laminated clay*.

Séance du 20 *avril* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Lehecq, professeur de mathématiques, rue de Laval, 14, à Paris ; présenté par MM. Hébert et Munier-Chalmas.

Le Président annonce ensuite trois présentations.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. J. R. Bourguignat, *Études géologiques et paléontologiques des Hauts-Plateaux de l'Atlas entre Boghar et Tiharet*, in-4), 35 p.; Paris, 1868; chez Challamel aîné.

De la part de M. Ernest Chantre, *Études paléontologiques ou recherches géologico-archéologiques sur l'industrie et les mœurs de l'homme des temps antéhistoriques dans le Nord du Dauphiné et les environs de Lyon*, in-4, 132 p., 14 pl.; 1867, Paris, chez Savy; Lyon, chez P. Mégret.

De la part de MM. Delesse et de Lapparent, *Revue de géologie pour les années* 1865 *et* 1866, in-8, 293 p.; Paris, 1868; chez Dunod.

De la part de MM. Albert Falsan et Ernest Chantre, *Appel aux amis des sciences naturelles pour le tracé d'une carte géologique du terrain et des blocs erratiques des environs de Lyon, du nord du Dauphiné, de la Dombes et du midi du Bugey, et pour la conservation des blocs erratiques dans les mêmes régions*, in-8, 8 p., 1 tableau; Paris, chez F. Savy; Lyon, chez P. Mégret, 1868.

De la part de M. Lory, *les Montagnes* (*Revue des cours scientifiques*, 18 avril 1868), in-4.

De la part de M. G. de Mortillet, *Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'Homme*, novembre et décembre 1867, in-8.

De la part de M. F. J. Pictet, *Matériaux pour la paléontologie suisse. — Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix,* par MM. F. J. Pictet et G. Campiche, 3e partie, in-4, 558 p., pl. XCIX à CXXXIX; Genève, 1864-1767; chez H. Georg.

De la part de M. Gaston de Saporta, *la Végétation du globe dans les temps antérieurs à l'homme* (ext. de la *Revue des Deux Mondes,* 15 mars 1868), in-8, 29 p.; Paris, 1868.

De la part de M. Peccadeau de l'Isle, *Notice sur des objets sculptés et gravés des temps préhistoriques trouvés à Bruniquel* (*Tarn-et-Garonne*), in-8, 8 p.; Paris, 1868; chez Didier et Ce.

De la part de M. C. F. Peters, *Zur Kenntniss der Wirbelthiere aus den Miocenschichten von Eibiswald in Steiermark,* in-8, 3 p.; Vienne, 1868.

Annuaire de la Société météorologique de France, t. XIV, 1866; *Tableaux météorologiques,* f. 1-8; in-8.

Bulletin de la Société botanique de France; Table du t. XI, 1864; in-8.

Bulletin des séances de la Société I. et centrale d'agriculture, séance publique du 29 décembre, 1867; in-8.

L'Institut, nos 1788 et 1789; 1868; in-4.

Mémoires de l'Académie I. des sciences, etc., de Lyon. — Classe des sciences, t. XVI; in-8.

Société I. d'agriculture, etc., de Valenciennes. — *Revue agricole,* etc., février 1868; in-8.

Exposition universelle de 1867. — Républiques de l'Amérique centrale et méridionale. — Notices et catalogues, in-8, Paris, 1867; chez veuve Bouchard-Huzard.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichanstalt, 1867, nos 1 à 5; 1868, n° 7, in-8.

The Athenæum, nos 2111 et 2112, 1868; in-4.

Revista minera, 15 avril 1868; in-8.

M. Hébert présente les *Études paléoethnologiques* de M. Chantre (v. la *Liste des dons*) et la brochure de MM. Falsan et Chantre *sur la Conservation des blocs erratiques* (v. la *Liste des dons*).

M. Ém. Benoît fait, à ce sujet, la communication suivante :

J'ai été chargé, par mes deux collègues de Lyon, MM. Falsan et Chantre, de donner quelques explications au sujet de la petite brochure qu'ils viennent de publier sous les auspices de la *Société d'agriculture, sciences et arts* et de la *Société des sciences industrielles de Lyon* (v. la *Liste des dons*).

Il est bon, pour sa réussite, que cet appel reçoive la plus grande publicité, et notre *Bulletin* y contribuera en relatant les principaux passages suivants de l'exposé des motifs de MM. Falsan et Chantre :

« En Suisse, la *Société helvétique des sciences naturelles* a dé-
« cidé, en 1867, qu'une *carte de la distribution des blocs erratiques*
« serait exécutée et a fait un *appel aux Suisses pour les engager à*
« *conserver les blocs erratiques* et à aider MM. Alphonse Favre
« et Soret dans le tracé de la carte qu'ils allaient entre-
« prendre. »

« Les Suisses ont regardé cette œuvre comme une œuvre
« patriotique et ils la poursuivent avec ardeur. Après les *anti-*
« *quités lacustres*, ils ont voulu remonter plus haut dans la série
« des siècles et chercher l'explication du dernier grand phé-
« nomène géologique de l'Europe, dont l'homme peut-être a
« été le témoin. »

« Dans le canton de Neuchâtel, le club jurassien a marqué
« sur une carte tous les blocs du pays. Beaucoup de ces blocs
« sont déclarés *inviolables* et ce mot est gravé à leur surface.
« Plusieurs gouvernements et municipalités ont décrété de faire
« cesser l'exploitation des blocs sur les terrains qui leur appar-
« tiennent. »

« Dans le département de la Haute-Savoie, MM. Favre et Soret
« ont désigné les blocs qui méritent d'être conservés ; ils en
« ont fait marquer cent vingt dans la vallée de l'Arve. Après un
« rapport approuvé par S. Exc. le Ministre de l'intérieur, M. le
« Préfet de la Haute-Savoie a donné l'assurance qu'il fera res-
« pecter les blocs désignés qui sont situés dans les domaines
« de l'État ou dans les biens communaux.

« Voilà ce qui se passe près de nous. Pouvions-nous rester
« en dehors de ce mouvement scientifique? M. Favre nous a
« engagés à marcher dans la même voie; nous nous sommes
« empressés de répondre à cet appel. La solution des mêmes
« problèmes ne devrait-elle pas aussi nous préoccuper? En

« effet, le terrain erratique nous environne de toute part..... « *Sans adopter d'avance une théorie, sans avoir aucune idée pré-* « *conçue*... nous voulons simplement, et avec impartialité, « observer les faits et reproduire sur une carte toutes les traces « que le phénomène erratique a laissées à la surface de notre « sol. »

« Une fois ce travail établi sur les cartes de l'État-Major, « nous le condenserons sur une carte d'assemblage à une « échelle plus petite. »

« Nous voulons également former une collection d'échantil- « lons des principaux blocs, qui seront catalogués, classés et « déterminés. »

« Nous espérons que nos administrations ne voudront pas « rester en arrière de celles de la Suisse et du département de « la Haute-Savoie et participeront à notre œuvre en faisant res- « pecter, comme *monuments historiques*, les blocs erratiques « de notre contrée placés sur les domaines des communes ou « de l'État. »

« Les lettres et manuscrits devront être adressés à M. Fal- « san, à Collonges-sur-Saône, près de Lyon, ou à M. E. Chantre, « cours Morand, 37, à Lyon. »

« Le questionnaire comprend : la localité, indiquée au « besoin par un calque de la carte, l'altitude, les dimensions, « l'espèce de roche, le mode de groupement, la nature du sol « environnant, l'origine présumée, les légendes ou faits remar- « quables qui se rapportent à quelques-uns de ces blocs, le « nom du propriétaire.

« Les échantillons pourront être adressés à M. Chantre; ils « pourront avoir les dimensions de 12, 8 et 4 centimètres.

« Les noms des observateurs seront publiés dans l'ouvrage. »

Tel est le projet de MM. Falsan et Chantre ; tout à l'heure M. Favre y applaudissait. Pour ma part, je dirai seulement que je connais dans le Bugey quelques centaines de blocs erratiques ; j'en possède, classés par localités, des échantillons suffisants pour la détermination des roches et pour la recherche de la provenance dans les Alpes. (1).

M. Alph. Favre ajoute quelques détails sur les mesures

(1) Avant de quitter Lyon, M. Leymerie avait déjà tracé sur une carte, restée inédite, la limite extrême des blocs erratiques qui sont dispersés sur les pentes à l'ouest de la Saône et du Rhône, dans tout le département.

qui ont déjà été prises pour assurer la conservation de ces blocs en France et en Suisse.

M. Deshayes présente, de la part de M. Bourguignat, une étude géologique sur les hauts plateaux de l'Atlas (v. la *Liste des dons*).

M. de Lapparent présente, au nom de M. Delesse et au sien, le 5e volume de la *Revue de géologie* (v. la *Liste des dons*).

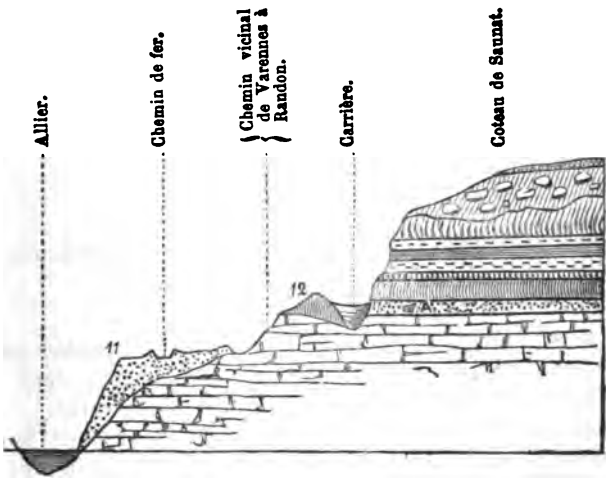
M. Laussedat présente au nom de M. Bertrand, conducteur des ponts et chaussées dans l'Allier, deux fragments de Rhinocéros trouvés à Billy, près de Saint-Germain-des-Fossés, appartenant, l'un à la branche gauche, l'autre à la branche droite de la mâchoire inférieure de cet animal et portant tous deux des entailles profondes, larges de 1 à 2 centimètres et obliques à la direction longitudinale de la mâchoire. Ce sont des sillons présentant beaucoup d'analogie avec les entailles que l'on pourrait pratiquer en frappant obliquement sur un morceau de bois avec une hache bien affilée. L'état de minéralisation de la surface de ces entailles est le même que celui du reste de l'os qui présente la dureté habituelle aux débris osseux de certaines couches miocènes de l'Allier. Cette mâchoire appartient, en effet, au *Rhinoceros pleuroceros* de Duvernoy, qui vivait sur les bords des lacs du centre de la France à l'époque du miocène inférieur. Or, comme la minéralisation est la même à la surface des entailles et à la surface de l'os, la première idée qui se présente à l'esprit, c'est qu'elles ont été faites par un instrument tranchant sur l'os à l'état frais, ce qui reculerait l'apparition de l'homme encore plus loin qu'on n'a tenté de le faire jusqu'à présent.

En présence de la gravité de ce fait, M. Laussedat a cru devoir demander à M. Bertrand de relever nne coupe exacte du gisement qui a pu être contrôlée par l'étude des échantillons de roches et de fossiles fournis à l'appui.

Voici cette coupe, qui montre que la mâchoire de *Rhinoceros pleuroceros* a été trouvée à son niveau géognostique, associée à des calcaires à Phryganes et à *Helix Ramondi* dans la formation lacustre des calcaires de la Limagne, c'est-à-dire dans le miocène inférieur.

NOTE DE M. LAUSSEDAT.

Coupe de la carrière de Billy (Allier), creusée dans les calcaires d'eau douce du terrain miocène inférieur.



		m.
12	Remblai.	
11	Alluvion recouvrant les calcaires.	
10	Terre végétale.	
9	Tuf avec blocs calcaires.	
8	Calcaires concrétionnés avec tubes ou indusies de Phryganes, entourés de carapaces de *Cypris* . .	2,30
7	Calcaire arénifère avec ossements de petits quadrupèdes	0,20
6	Marnes jaunes avec *Cypris* . . .	1,00
5	Sable calcarifère	1,00
4	Calcaire concrétionné	3,00
3	Calcaire à *Helix Ramondi*. . . .	0,30
2	Sable renfermant la mâchoire de Rhinocéros A.	
1	Calcaire exploité sur une profondeur de	3,66

M. Hébert émet, sur l'authenticité de cette pièce, quelques doutes qui sont combattus par MM. de G. Mortillet et Éd. Lartet. M. Hébert croit qu'il faut recueillir avec une extrême réserve les communications de ce genre, ne fût-ce que dans l'intérêt de la cause qu'elles ont pour objet de faire prévaloir.

M. Éd. Lartet admet qu'il est nécessaire de se livrer, en pareille circonstance, à un examen très-approfondi; mais il estime que les dénégations prématurées sont aussi dangereuses pour la science que les affirmations peu justifiées.

M. Laussedat fait d'ailleurs observer qu'en mettant les pièces en question sous les yeux de la Société, il a voulu seulement faire appel aux lumières des hommes compétents, sans préjuger en rien la solution de la difficulté.

Sur l'invitation de M. d'Omalius d'Halloy, M. Garrigou annonce qu'il a reconnu dans le terrain miocène des ossements cassés artificiellement, et que certains os de Sansan portent des cassures en tout semblables à celles des âges de la pierre et du fer.

M. Hébert présente, avec quelques explications, le travail suivant de M. Dieulafait sur la zone à *Avicula contorta* en Provence :

Quatrième note sur la zone à Avicula contorta *dans le sud-est de la France;* par M. Louis Dieulafait.

La zone à *Avicula contorta* n'a jamais été signalée avant nous dans l'arrondissement de Draguignan, et cependant elle ne présente nulle part un plus complet développement.

La note actuelle, détachée de notre travail général sur l'infra-lias, montrera quels sont les rapports de cette division avec les autres étages dans cette partie de la France. C'est une coupe de Draguignan au village de Châteaudouble, en passant par la Garde.

La ville de Draguignan, qui s'étend au bord oriental de l'une des plus charmantes vallées qu'on puisse imaginer, est bâtie sur le muschelkalk. Si on s'élève au-dessus des collines qui l'avoisinent au sud-est, vers Trans, par exemple, on pourra embrasser d'un coup d'œil la vallée et se rendre parfaitement compte, sur un assez grand espace, de la disposition générale des terrains.

Les collines que nous choisissons comme observatoire appartiennent au muschelkalk. Il en est de même de celles qui s'étendent vers le nord et surtout vers l'est et le nord-est. C'est cette formation qui constitue les collines de Trans, de la Foux, de l'Armentière, et qui couronne toutes les hauteurs sur les deux rives de la Nartuby, jusqu'à la route de Lorgues, vers le quartier Saint-Joseph, à l'ouest, et la route de Grasse, à l'est.

La vallée de Draguignan, que nous pouvons considérer comme limitée, au nord, par le canal d'irrigation, au sud-ouest, par la Nartuby, et au sud-est par la route de Lorgues, présente très-sensiblement la forme d'un triangle isocèle dont la route formerait la base.

Des deux côtés de cette vallée, l'infra-lias est très-développé,

et la division moyenne (1) est particulièrement reconnaissable à sa couleur blanchâtre. On voit ses épaisses assises s'avancer de chaque côté comme un V gigantesque, en s'inclinant vers le nord, et venir se réunir au niveau même du sol, tout à fait à l'origine de la vallée, où elles livrent passage, à l'aide d'une petite fracture pratiquée dans leur masse, aux eaux de la Nartuby.

Ce plongement vers le nord, si facile à observer dans la vallée de Draguignan, est un fait général dans toute cette partie du département; mais le plus souvent les choses sont loin d'être aussi régulières.

En sortant de Draguignan, par l'ancienne route de Grasse, on marche dans le muschelkalk pendant six où sept cents mètres. On voit ensuite apparaître, au-dessus, les marnes irisées recouvertes elles-mêmes par des brèches tertiaires, aux environs de l'ancienne route de Châteaudouble.

En s'engageant dans cette route que nous allons désormais suivre, on voit les cargneules du keuper et les brèches tertiaires se continuer, surtout à gauche, pendant environ 500 mètres; mais les gros bancs bleus du muschelkalk apparaissant çà et là indiquent, avec certitude, que l'épaisseur des marnes et des brèches tertiaires n'est pas considérable. On retrouve bientôt les marnes irisées assez épaisses sur une longueur d'environ 150 mètres, puis on entre dans l'infra-lias représenté surtout par sa partie moyenne, dont les gros bancs blanchâtres et compactes constituent, de ce côté, la base de la montagne du Peyra. A deux cents mètres plus loin, on atteint la base marneuse de l'infra-lias, d'où sortent plusieurs sources, et, en s'avançant de cinquante mètres encore, on voit apparaître les assises très-fossilifères de la zone à *Avicula contorta*.

Pendant cent vingt mètres la route se maintient dans l'infra-lias, puis, pendant quelques mètres seulement, elle coupe des brèches tertiaires.

Depuis les sources jusqu'aux brèches précédentes, la route monte; mais, en quittant ce dernier point, elle devient presque horizontale pendant cinquante ou soixante mètres. Vers le milieu de cet espace, on voit, à droite de la route, un affleurement de calcaires marneux qui, par leur couleur blanchâtre, tranchent sur les bancs compactes et fortement colorés qui les entourent; l'assise solide et bleuâtre de la base est recouverte

(1) *Bull.*, 2e série, t. XXIV, p. 602.

de très-gros exemplaires de l'*Avicula contorta*. Il semble que ces bancs plongent fortement au sud, mais il n'en est rien. Le plongement général est au contraire vers le nord.

On trouve, à partir de là, vingt-cinq mètres de roches bréchiformes tertiaires, puis quatre-vingts mètres de blocs anguleux dont les fragments ressoudés après coup par du carbonate de chaux dissous appartiennent encore à la même époque. On voit ensuite l'infra-lias reparaître pendant quinze ou vingt mètres, puis quatre-vingts mètres de gros bancs rouges à l'extérieur extrêmement compactes, appartenant à la division supérieure de l'infra-lias, mais brisés et dérangés de leur position normale. On retombe ensuite dans les brèches tertiaires et bientôt on atteint le petit promontoire sur lequel les soldats de la garnison vont se placer pour tirer à la cible. Il est formé de calcaires bleuâtres très-compactes, et appartient à la partie supérieure de l'infra-lias.

A partir de ce promontoire, la route de Châteaudouble tourne brusquement à droite, et, pendant cent cinquante mètres, elle est à peu près horizontale. Dans cet espace, dans la seconde moitié surtout, l'infra-lias très-développé montre de beaux exemplaires de l'*Avicula contorta* et beaucoup d'autres fossiles de la même zone.

Vers le milieu de l'espace précédent, un petit vallon s'ouvre à droite. Avant de l'atteindre, il est facile de voir que la disposition des couches de la montagne du Peyra est très-régulière. Voici la succession que l'on observe, en dirigeant la coupe de l'ouest à l'est, c'est-à-dire perpendiculairement à la route, et, par suite, à notre coupe générale.

Zone à *Lima heteromorpha*.....	30m.	Calcaires bleus et quelquefois rougeâtres avec gros et nombreux silex.
	6	Calcaires rouges esquilleux avec nombreux débris de *Pentacrinites* et *Pecten personatus* à la base.
Infra-lias.....	5m.	Gros bancs de dolomies calcaires.
	1	Argiles assez régulières.
	7	Bancs dolomitiques compactes.
	5	Calcaires en plaquettes.
	1	Calcaires et argiles.
	6	Gros bancs avec *Avicula contorta*.
	2	Bancs nombreux de calcaires et de marnes avec *Avicula contorta*.

ROUTE DE CHATEAUDOUBLE

Trias.....	Marnes irisées et cargneules cloisonnées muschelkalk.

La coupe précédente met immédiatement en évidence un fait des plus importants, *c'est la suppression complète des trois étages du lias*, et, par suite, l'oolithe inférieure succédant directement à l'infra-lias.

Nous signalons seulement le fait aujourd'hui, mais on verra bientôt, par la publication de notre travail général sur l'infra-lias, dans le bassin franco-italien de la Méditerranée, toute la valeur qu'il prendra, pour la solution définitive de plusieurs questions aujourd'hui encore très-controversées.

Disons maintenant qu'il ne peut y avoir de doute sur la succession précédente au point qui nous occupe.

En effet, les calcaires de l'oolithe inférieure ne sont pas, il est vrai, très-fossilifères. Mais, en y mettant le soin et le temps convenables, les géologues de Draguignan, MM. Doublier et Panescorse, et nous-même, avons pu réunir une somme très-respectable et parfaitement concluante.

La montagne du Peyra a fourni entre autres :

Belemnites unicanaliculatus (Hart.).
Nautilus lineatus (Sow.).
— *clausus* (d'Orb.).
Ammonites Murchisonæ (Sow.).
— *Humphriesianus* (Sow.).
— *Brongniartii.*
— *Martinsii.*
Pleurotomaria subelongata (d'Orb.).
Pterocera Doublieri (d'Orb.).
Panopées et pholadomies.
Opis similis.
Arca oblonga (d'Orb.).
— *Danæ* (d'Orb.).
Modiola plicata (Sow.).
Lima Heteromorpha (Deslong.).
— *Hesione* (d'Orb.).
— *Helena* (d'Orb.).
— *proboscidea* (Sow.).
Avicula decussata (d'Orb.).
— *digitata* (Deslong.).
— *Hersilia* (d'Orb.).
Pecten barbatus (Sow.).
— *articulatus* (Schl.).
— *Erebus* (d'Orb.).
— *Silenus* (d'Orb.).
Ostrea sulcifera (Phillips).
— *subcrenata* (d'Orb.).
— *Phædra* (d'Orb.).
— *Kunkelii* (Zieten).
Neuf ou dix Térébratules et Rhynchonelles qui ne se rapportent bien exactement à aucun des types connus.
Terebratula perovalis identique aux types du Calvados.
T. perovalis (variété *Kleinii*, Lam.) du Calvados.
Pentacrinus bajocensis (d'Orb.).
— *inornatus* (d'Orb.).
Débris et restes d'Échinodermes.

Enfin de nombreux bryozoaires sur lesquels le premier mot n'a pas été dit.

Un autre point encore qu'il importe de remarquer, c'est que les assises renfermant la faune précédente sont formées de calcaires ou gros bancs, blancs ou rougeâtres, remplis de silex branchus, et offrant l'analogie la plus complète avec les dépôts de l'ouest rapportés jusqu'ici au lias par tous les géologues.

Outre les fossiles cités précédemment, la montagne du Peyra montre encore de nombreux débris d'échinodermes, et notamment des piquants énormes. Ces piquants, très-répandus dans le Var, ont été rencontrés et signalés dans l'ouest par M. Jaubert et par M. Hébert qui les ont rapportés au lias supérieur.

J'ai toujours pensé qu'on avait beaucoup exagéré dans le Var la puissance du lias supérieur en l'étendant jusqu'à la fin des calcaires à silex. J'ai déjà montré, par ma dernière note insérée au *Bulletin*, que la partie la plus fossilifère de la *zone à Lima heteromorpha*, dans l'ouest du Var, était comprise dans les calcaires à silex les mieux caractérisés. Aujourd'hui j'établis que, dans l'est, l'oolithe inférieure, ou du moins la partie qui y existe, est exclusivement formée de calcaires à silex identiques avec ceux de Saint-Nazaire.

C'est au milieu des fossiles dont nous avons donné plus haut la liste que se trouvent, à la montagne du Peyra, les gros piquants de Saint-Nazaire; c'est même cette montagne du Peyra qui a fourni le seul test connu de la plus grosse espèce de ces échinodermes.

Je pose aujourd'hui seulement ce nouveau jalon. Je reviendrai prochainement sur cette question, quand j'aurai complétement coordonné les éléments qui me permettront de fixer, en Provence, la véritable limite entre les terrains liasiques et les terrains oolithiques.

Retournons à notre coupe générale.

Le ravin qui s'ouvre à droite de la route est dû à une rupture des couches, et un fort redressement de l'infra-lias en est résulté de chaque côté, de façon à donner pour ces bancs deux directions opposées. Cet accident n'a pas beaucoup d'importance; en remontant le ravin jusqu'au four à chaux, on voit l'*Avicula contorta*, après quelques disparitions, reprendre sa place normale et régulière, en se continuant au sud, pour aller rejoindre la coupe que nous avons donnée plus haut, et, à l'est, pour disparaître régulièrement sous les calcaires dolomitiques de l'infra-lias.

Après avoir constaté la réapparition de la zone à *Avicula contorta*, à 25 mètres au delà du ravin, il faut faire passer la

coupe un peu à l'est, à 100 mètres environ de la route, toujours parallèlement à sa direction.

On retrouve alors l'infra-lias dolomitique dans sa position normale. Ce point est très-important, en ce sens que les couches dolomitiques, même les plus élevées, nous ont fourni un nombre considérable de petits fossiles que nous avons également rencontrés dans l'arrondissement de Toulon (1).

Au-dessus de l'infra-lias on retrouve la zone à *Lima heteromorpha*.

Le fuller's-earth, si développé dans l'arrondissement de Toulon et surtout dans celui de Brignoles, ne paraît pas exister ici; au moins le faciès marneux, si développé dans le nord et dans l'ouest, ne se montre nulle part, et les fossiles de ce niveau font également défaut.

Mais ce n'est pas tout. La grande oolithe elle-même est probablement très-incomplète. Les fossiles que nous avons découverts, en effet, appartenant à cet étage, se rapportent tous aux parties les plus élevées, *au niveau de Ranville* :

Terebratula flabellum.	*Rhynchonella decorata.*
Rhynchonella concinna.	*Ostrea gregarea* (1).

Ce niveau fossilifère peu épais est recouvert par des bancs puissants de calcaires rougeâtres oolithiques, ou plutôt pétris de débris de bryozoaires et de fines baguettes d'oursins, etc., dont les sections donnent à la roche l'aspect oolithique. Ils appartiennent au cornbrash.

A ces calcaires succèdent en stratification concordante des assises blanchâtres dolomitiques rappelant tout à fait, au premier aspect, la division moyenne de l'infra-lias; mais, en les examinant de plus près, on voit que la cassure est gréseuse, et on remarque dans la roche des milliers de petits grains verts de silicate de fer qui ne se trouvent pas dans les dolomies infra-liasiques. Malgré l'absence de fossiles, je n'hésite pas à rapporter ces assises gréseuses à l'horizon analogue de Saint-Hubert, considéré jusqu'ici comme appartenant à l'oxfordien.

Ces calcaires sont à leur tour recouverts par d'autres cal-

---

(1) *Bull.*, 2e sér., t. XXIV, p. 603.

(2) Probablement, et dans tous les cas identique avec la petite Huître à valves plissées, si commune dans la zone de Ranville.

caires blancs grisâtres, à pâte beaucoup plus fine et un peu oolithique, et ceux-ci enfin supportent des bancs très-puissants de calcaire blanc marbreux identiques avec ceux du Coudin et du Farm et qui appartiennent, comme eux, à l'étage néocomien.

On atteint alors le point culminant de la montagne, et la coupe rejoint la route.

En marchant dans la direction du nord et avant de quitter la hauteur, on voit les dolomies oxfordiennes, puis la zone à *Lima heteromorpha*. En descendant vers le vallon de Figanière, on retrouve l'infra-lias dolomitique, et, dans les parties basses, la zone à *Avicula contorta*.

Ce vallon, dans sa partie sud, est très-riche en fossiles; il a pour origine une profonde rupture, ainsi que l'indique parfaitement le relèvement jusqu'à la verticale des bancs dolomitiques, au bord même de la route.

En continuant la coupe, on rencontre l'infra-lias, la zone à *Lima heteromorpha* et les dolomies oxfordiennes, ces deux derniers étages alternant plusieurs fois, et on atteint le plateau de la Palle, point culminant de cette partie de la coupe.

Avant de quitter ce plateau, on voit reparaître la zone à *Lima heteromorpha*. Bientôt, descendant assez rapidement vers le château de la Garde, on recoupe l'infra-lias, et on atteint, au château même, la zone fossilifère à *Avicula contorta*.

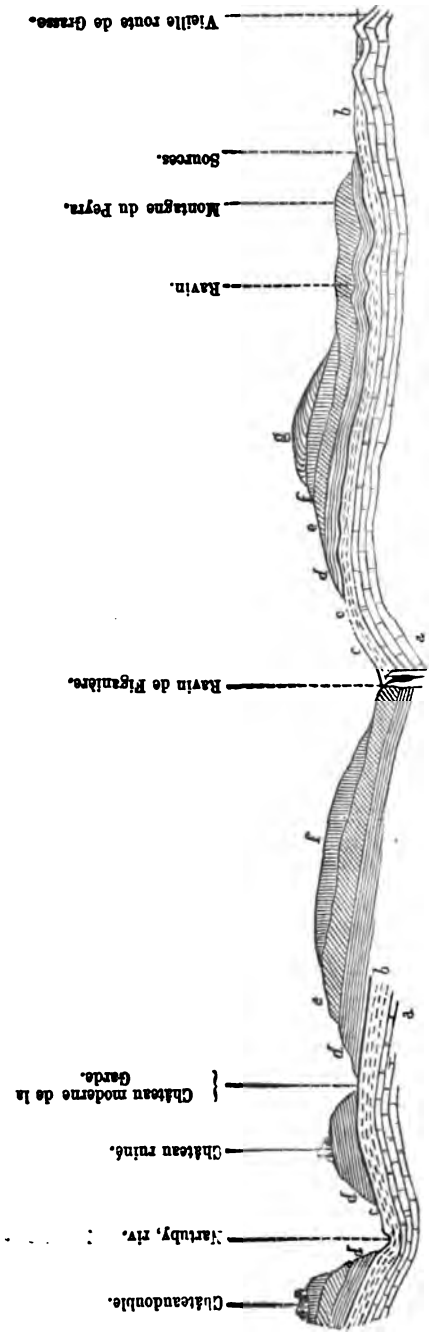
Cette zone affleure à droite et à gauche du monticule sur lequel s'élèvent les ruines du vieux donjon, passe au-dessous des calcaires qui le supportent, et va, en plongeant vers le nord, reparaître de l'autre côté, dans le ravin de la Nartuby, au bord même de la route.

C'est sur l'escarpement opposé de ce ravin, sur des rochers absolument à pic, du côté de la vallée, que s'élève le curieux village de Châteaudouble.

Ce village, comme le montre la coupe ci-contre, est bâti sur les dolomies oxfordiennes, puis viennent au-dessous la zone à *Lima heteromorpha*, l'infra-lias dolomitique, la zone à *Avicula contorta* et les marnes irisées. Comme le système général plonge fortement vers la vallée, les eaux d'infiltration retenues par les argiles de la zone à *Avicula contorta* minent incessamment les fondements de ces énormes assises, et le village, dès lors, nous paraît voué, dans un temps donné, à une destruction certaine.

En passant au nord de Châteaudouble on voit les calcaires de la zone à *Avicula contorta* et de l'infra-lias prendre une exten-

Coupe de Draguignan à Châteaudouble, suivant l'ancienne route.



sion considérable. Limités à l'ouest par l'affaissement des terrains supérieurs, ils s'étendent surtout à l'est. Ils constituent tout l'espace qui sépare Châteaudouble de Monferrat, forment les parties basses de la montagne qui supporte la chapelle Notre-Dame, et se développent surtout sur une vaste échelle au quartier de la Madeleine, où ils sont exploités comme chaux hydraulique.

Dans toute cette région et jusqu'au delà de Favas, leurs rapports généraux sont les mêmes que dans les environs de Draguignan.

La coupe ci-dessus résume et précise les faits contenus dans cette note.

Elle montre clairement les dispositions générales et les rapports de l'infra-lias avec les autres étages dans l'est du département du Var, et conduit naturellement aux conclusions suivantes :

1° La zone à *Avicula contorta*, dans l'est du Var, présente la même disposition que dans l'ouest.

2° Le reste de l'infra-lias est ici généralement réduit à sa partie moyenne toujours dolomitique.

3° Les trois étages supérieurs du lias manquent complétement.

4° La zone à *Lima heteromorpha* est exclusivement composée de bancs compactes remplis de gros silex.

5° Le fuller's-earth n'est représenté dans l'est ni par son faciès ordinaire, ni par ses fossiles.

6° Toute la partie inférieure de la grande oolithe paraît faire défaut.

7° Je n'ai pas rencontré la moindre trace de la formation jurassique supérieure.

M. Garrigou présente la communication suivante :

Géologie de la station thermale de Luchon (Haute-Garonne); par M. F. Garrigou et feu Louis Martin.

Dans la séance du 4 février 1867, j'avais communiqué à la Société mon étude géologique de la station sulfureuse d'Ax. Je continuerai la géologie des stations thermales des Pyrénées par une étude sur Luchon, faite en grande partie avec mon ami regretté feu Louis Martin, dont la collaboration m'a été

si utile pour les stations sulfureuses des Basses-Pyrénées et de la Haute-Garonne.

Je vais d'abord décrire pour Luchon, comme je l'ai fait pour Ax, les faits orographiques qui trahissent l'action des divers soulèvements, pour entrer ensuite dans l'exposé des faits géologiques.

1° *Système du mont Viso.* L'un de nous (Louis Martin) a construit la position du sommet du Néthou, à l'aide des coordonnées mesurées par les officiers d'état-major et insérées dans la *Connaissance des temps* (latitude 42° 37′ 54″, N. — Longitude 1° 40′ 53″, O.). Il a calculé ensuite, à l'aide de triangles sphériques, l'orientation exacte de la parallèle au mont Viso menée en ce point, en adoptant pour cercle de comparaison le cercle du réseau pentagonal de M. Élie de Beaumont (1). Cette parallèle est orientée au Néthou vers le N. 27° 4′ O.

Menée par ce pic, le plus élevé de toute la chaîne des Pyrénées, elle vient passer le long de la crête et auprès du pic de Superbagnères. Dans les flancs de cette montagne se trouvent les eaux sulfureuses de Bagnères-de-Luchon.

Il est remarquable, d'ailleurs, que les trois points les plus élevés du groupe des monts Maudits, le Néthou (3,404^{m}), le pic du Milieu (3,354^{m}) et le pic de la Maladetta (3,312^{m}), offrent un alignement très-distinct de celui de la chaîne et forment une sorte de crête culminante qui se rapproche beaucoup de la direction du mont Viso.

L'axe que nous venons de mener par le sommet du pic de Néthou sépare les eaux de la vallée de l'Essera des eaux de la vallée d'Aran, passe la frontière au pic du Port (2,797^{m}), entre le port de la Glère et le pic de la Mine, près du port de Venasque, aligne la vallée de la Pique à Luchon, puis, il suit la vallée d'Oueil depuis le point où celle-ci reçoit la vallée de l'Arboust, et va enfin, à l'ouest de Mauléon en Barousse, former la limite occidentale du massif granitique d'Esténos (2). Il suit assez bien du reste, dans cette dernière partie de son cours, la ligne divisoire des eaux de la Neste et de la Garonne.

Une parallèle intéressante peut être menée à cette direction, par le Pont-du-Roi, au point où la Garonne coupe la frontière.

---

(1) *Systèmes de montagnes*, t. III, p. 1094 et suivantes.

(2) On peut le suivre jusqu'aux environs de Chusaguet, où les terrains secondaires jusqu'au crétacé inférieur inclusivement portent des traces remarquables de son action.

Du côté du sud, elle passe à 2 kilomètres à l'est de la source de Lez (Espagne), sur la source même d'Artias, et à 2 kilomètres à l'ouest des sources de Las Caldas (vallée d'Aran). Ces sources sulfuro-sodiques sont analogues par leur nature à celles de Luchon; celle de Lez est en rapport avec les mêmes roches que ces dernières; nous ne connaissons pas le gisement des deux autres. Du côté du nord, la même ligne longe la vallée de la Garonne, depuis le Pont-du-Roi jusqu'à Labroquère, sur 22 kilomètres d'un parcours étroit et resserré. Elle suit à peu près au nord de Saint-Béat la limite orientale du massif granitique d'Esténos, qui se trouve ainsi compris entre les deux parallèles que nous avons menées.

2° *Système du Vercors.* Nous ne serions pas éloigné de croire que ce système, qui a dû, vers le commencement de l'époque crétacée supérieure, faire sentir sa vigoureuse action dans la vallée de Neste en lui donnant son alignement N. 5° E. environ, ait aussi aligné une partie de la vallée de la Pique entre Luchon et Cazaux près Lége. Ce système est à peu près contemporain de celui du mont Viso.

3° *Système du Thuringerwald.* Les accidents qu'il a causés aux environs de Luchon sont presque nuls. Faut-il lui attribuer la direction initiale O. 30° N. de la vallée d'Oueil? Nous ne le pensons pas; cependant nous ne saurions nous prononcer encore.

4° *Système du Morbihan.* Dans le travail que l'un de nous a déjà publié sur Ax (1), il n'avait pas encore été question de ce système jusqu'alors non étudié; mais, depuis, le même a donné (2) à la Société un travail sur les terrains dits laurentiens des Pyrénées, et il a montré que des alternances granitiques, calcaires et schisteuses du terrain cumbrien étaient orientées suivant le système du Morbihan O. 41° N., avec un plongement N. généralement. Ce même système de soulèvement a déterminé aussi dans la région de Luchon la direction des schistes de même époque géologique (Éup, Saint-Béat, Luchon, etc.). La vallée de la Pique, depuis le pas de la Mountjoye, à peu près, jusqu'au pont de Ravi est alignée dans cette direction. Nous ne parlerons pas d'autres alignements de ce système

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France.* Note de M. Garrigou, 2e série, t. XXIV, p. 245 et suivantes, 1867.

(2) *Id.*, t. XXV.

dans les lieux qui nous occupent, les déterminations de terrains nous embarrassant encore.

5° *Système des Alpes Occidentales et du Longmynd.* Les fractures occasionnées par les soulèvements de ces deux époques semblent se confondre sur plusieurs points, leur orientation étant à peu près la même (N. 23° E. pour le premier, N. 26° E. pour le second). Cette hésitation n'est du reste possible que pour les fractures qui entament les anciens terrains; une fois entré dans les terrains tertiaires moyens, il n'y a plus lieu de confondre. Aussi c'est à l'une ou à l'autre de ces deux époques qu'il faut rapporter les orientations des vallées secondaires de la Pique aux environs de l'hospice, et celle de la même vallée entre Cazaux et le point de jonction de la Pique et de la Garonne au nord de Marignac.

Nous allons maintenant étudier la bande de terrain comprise entre les deux parallèles du mont Viso signalées plus haut. Cette bande laisse pourtant en dehors un point intéressant : nous voulons parler des sources sulfuro-sodiques de Venasque, sortant de la même roche que celles de Luchon. Si nous en croyons M. Lambron (1), ces deux stations auraient la même composition chimique et les mêmes propriétés curatives; mais il nous est impossible d'admettre ce résultat.

Faits géologiques. — Tous les géologues qui ont visité les sources de Luchon savent qu'elles sont en rapport avec un granite à grandes parties, passant fréquemment à la pegmatite, quelquefois au leptynite et à l'eurite, et contenant en abondance de la tourmaline noire, du mica argentin, des grenats et des pyrites. Ces roches, au premier coup d'œil, frappent par la ressemblance avec celle d'Ax. Le feldspath s'y trouve aussi en grands cristaux bleuâtres. Le mica palmé que l'on y trouve est bien connu; c'est la première localité où il ait été mentionné; l'un de nous a déjà montré qu'il l'a plus tard découvert à Ax sur la route de Sorgéat. Les pegmatites de Luchon offrent des grenats roses, semblables à ceux d'Ax; on y voit aussi des grenats bruns plus gros et à angles moins vifs, comme dans l'Ariége. M. François y a indiqué des pinites; M. Fourcade, vétérinaire à Luchon, nous a donné de beaux cristaux d'andalousite venant de la même roche. D'un autre côté l'un de nous a

(1) Lambron et Lézat, *les Pyrénées et les eaux thermales de Bagnères-de-Luchon*, p. 847.

cité les pinites à Ax, et depuis la publication de son travail il a vu, à Saint-Antoine comme à Ax, des cristaux d'andalousite difficiles à dégager.

Les passages du granite à grandes parties à la pegmatite et aux autres variétés peuvent s'observer à Luchon; mais, à cause de la complication extrême et de l'enchevêtrement réciproque des roches avec les autres terrains stratifiés, ils sont quelquefois difficiles à apercevoir. Bref, ainsi que l'un de nous l'a déjà dit (1), l'assimilation à établir entre Ax et Luchon au point de vue minéralogique est complète. L'émeraude, qui avait été jusqu'ici le seul minéral de Luchon non retrouvé à Ax, existe cependant au sud de Saint-Antoine (Ariége). Quant à l'amphibole, qui se montre si souvent dans les roches de Luchon, nous l'avons retrouvée sur divers points aux environs d'Ax, Tarbeson, montagnes d'Orgeix et d'Orlu, environs de Merens et plus au N. à Saint-Antoine.

Les rapports de gisement qui lient les sources thermales au granite à grandes parties sont rendus très-évidents à Luchon par les remarquables travaux de recherches que M. Jules François y a exécutés. Là, on voit les eaux sulfureuses sortir directement de la roche en place (2), et la température des galeries, très-élevée au voisinage des sources, s'abaisse brusquement quand on s'éloigne d'elles pour pénétrer dans la région schisteuse. En visitant ces travaux sous l'influence des idées émises dans le mémoire sur Ax, plusieurs fois cité, nous avons été frappés de certains faits qui n'ont pas été signalés jusqu'à présent, et qui nous ont paru fournir la vraie définition du mode de gisement des sources de Luchon.

La disposition générale des roches aux environs des thermes est nettement résumée dans les phrases suivantes, que nous extrayons textuellement du mémoire de M. Jules François déjà cité :

« Les pegmatites et les eurites ont, suivant lui, la forme d'îlots « compris dans une formation puissante de schistes micacés

(1) F. Garrigou, *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXIV, 1867, p. 245 et suivantes.

(2) Il est à regretter qu'on n'ait pas fait l'étude du gisement des eaux de Luchon avant l'ouverture des galeries et l'installation du nouvel établissement. Il eût été très-intéressant de suivre les sources dans le terrain de trapp existant ici comme à Ax et à Baréges, et de voir si ce dépôt présentait des différences ou des analogies avec celui de ces stations.

« plus ou moins siliceux, compactes, rubanés, qui s'appuient « sur le granite de Montauban. Ces roches affectent les formes « les plus irrégulières auprès des roches primitives. Elles se « présentent en feuillets tourmentés empâtant des blocs lenti- « culaires de granite et de pegmatite. En se rapprochant des « îlots on passe successivement aux schistes maclifères, avec « calschistes modifiés, grenatifères, aux schistes phylladiens « compactes, aux schistes siliceux; puis viennent les mica- « schistes feldspathiques passant souvent à la pegmatite par « l'hyalomicte granitoïde. Toutes ces variétés se présentent « chargées de pyrites de fer, de tourmaline, de grenat alman- « din, et quelquefois d'amphibole. Il en est de même des ro- « ches de granite, d'eurite et de pegmatite qui poussent souvent « au travers des strates, des schistes, des filons quartzi- « fères (1). » Ces caractères antérieurement observés par M. François au voisinage des points d'émergence des eaux sulfureuses d'Ax, de Merens, d'Aston (Ariége), des Escaldas (Cerdagne) et de Lez (vallée d'Aran), le conduisirent à la recherche de la roche en place.

A part quelques expressions qui ne cadrent pas avec notre manière de voir, telles que celles de *roches* primitives, *qui poussent des filons*, appliquées aux granites, aux pegmatites et aux eurites, ces indications s'accordent avec la description que l'un de nous a donnée des passages successifs de roche qui ont lieu à Ax. Seulement, outre le passage par l'*hyalomicte granitoïde* nous en décrirons plus loin un autre bien développé à Luchon et non moins intéressant.

Galerie de captage des sources sulfureuses. — La direction des schistes, micaschistes et gneiss que l'on peut observer dans les galeries oscille autour de la ligne E. O. Elle s'en éloigne d'une part jusqu'à l'O. 20° N., de l'autre jusqu'à l'E. 40° N. Nous n'avons pas l'intention de discuter ici ces directions. Les passages qui ont lieu entre toutes ces roches et leur enchevêtrement semblent indiquer qu'elles forment un tout partiellement métamorphisé.

Les relations du granite à grandes parties avec ces roches sont, de même qu'à Ax, très-intéressantes à observer. Quand le premier se trouve au contact du gneiss et du micaschiste feldspathique, on observe fréquemment un passage continu

(1) François, *Annales des mines*, 4e série, t. I, p. 561.

d'une roche à l'autre; il n'en est pas de même au contact du schiste argileux. On peut observer dans les galeries et en particulier dans la galerie du *Bosquet* une superposition directe de la pegmatite à tourmaline sur les schistes. Ceux-ci sont dirigés à l'E. 40° N. et plongent au N. O. La pegmatite repose sur eux sans qu'il y ait passage progressif, mais aussi sans qu'il y ait de séparation bien accusée; on croirait voir une soudure parfaite suivant une surface à peu près plane. Ce fait, rapproché de bien d'autres analogues et de l'association presque inévitable du gneiss ou du micaschiste feldspathique avec le granite à tourmaline, nous a confirmé dans la pensée qu'il y avait là deux phases bien distinctes de métamorphisme, la pegmatite ne paraissant s'être formée aux dépens des roches sédimentaires que là où une première modification bien antérieure, probablement de l'époque du dépôt, avait fait passer celle-ci à l'état de gneiss ou de micaschiste feldspathique.

Mais le fait qui nous a paru le plus saillant, c'est, comme à Ax, l'existence d'un système de fentes parallèles qui recoupent les roches suivant la direction moyenne N. 27° O., dont elles s'écartent fort peu, car sur un grand nombre de mesures les extrêmes ont été N. 25° O. et N. 35° O.; bien des fois aussi l'orientation s'est trouvée exactement N. 27° O. Ces failles ne manquent jamais de se montrer toutes les fois que l'on approche d'une source sulfureuse; le plus habituellement on voit la source sortir de la faille même. La galerie la plus intéressante sous ce rapport est la galerie dite de *drainage*.

Elle marche à la limite même de la pegmatite et du schiste. Celui-ci est dirigé vers l'E. 25° N., avec le plongement N. Il repose sur la pegmatite qui forme la paroi sud et le mur de la galerie, tandis que le schiste en occupe la paroi N. et le toit. Quand on suit la galerie en venant du Bosquet, on voit à sa droite une faille béante, ouverte de plusieurs centimètres, au pied de laquelle apparaît une source sulfureuse; la direction de la faille, qu'il n'est pas aisé de prendre très-exactement, est N. 25° O. Un peu plus loin, on trouve une seconde faille parallèle à la première, avec une seconde source, et ainsi de suite jusqu'à six fois. Nous avons constaté d'ailleurs que les plans des failles se continuaient à travers le schiste. Seulement ce n'est plus qu'une coupure sans épaisseur et par conséquent fermée.

Dans le recoupement de *Bordeu* à la galerie de *drainage*, nous avons observé de même plusieurs failles N. 30° O. et N.

35° O., ayant à leur pied de petits naissants sulfureux. Nous avons retrouvé d'ailleurs les fentes dirigées exactement N. 27° O. au fond du recoupement de l'*enceinte*, dans la galerie de *Bordeu*, dans la galerie transversale qui va de celle-ci à la galerie du *Saule*, etc. La galerie de *Bordeu* est ouverte sur une grande longueur suivant le plan de l'une de ces failles.

Nous indiquerons en outre un autre système de fractures beaucoup moins développé et moins intéressant par rapport aux sources, qui oscille autour de la direction N. 24° E.

Avant d'aller plus loin, et de l'examen seul des galeries, nous croyons déjà pouvoir conclure qu'on ne rend pas suffisamment compte du gisement des sources en disant qu'elles sont au contact des pegmatites et des roches schisteuses. Nous pensons que les sources sont amenées au jour par une série de failles N. 27° O. parallèles à celles d'Ax et que leur disposition à la périphérie des îlots de pegmatite tient tout simplement à ce que les schistes imperméables leur barrant le passage les forcent à remonter à la surface et à émerger sur la ligne de contact.

Malgré notre désaccord sur ce point avec M. François, nous n'en rendons pas moins hommage à ses savants travaux, qui ont doté Luchon d'une quantité d'eau thermale dont lui seul pouvait soupçonner l'abondance réelle avant l'ouverture des galeries.

Environs de Luchon. Sortons maintenant des galeries et examinons les faits qui se présentent à l'extérieur. En suivant la route qui va vers la vallée du Lys, on observe à plusieurs reprises, tout près de Luchon, des alternances bien caractérisées de la pegmatite à tourmaline avec le gneiss et les micaschistes, sous des plongements très-variés. On peut en plusieurs points observer des passages progressifs; mais le point le plus intéressant, sous ce rapport, est la grande carrière appelée *Beauregard*, à quelques minutes de Luchon, sur la route de Castelviel.

Cette carrière est ouverte dans un gneiss qui forme de grandes assises dirigées à peu près E. 18° N. avec plongements N.

Le passage de ce gneiss à la pegmatite se produit d'une façon toute particulière. Au voisinage de la pegmatite, le mica noir disparaît et l'amphibole le remplace, de manière à donner une syénite schisteuse. L'amphibole est de deux espèces. On voit de l'hornblende à texture fibreuse, d'un vert foncé, en cristaux aciculaires accolés les uns aux autres, et de la trémolite blanche formant de petits faisceaux filamenteux, souvent terminés

en houppes et disposés autour de certains points comme les rayons d'une roue; parfois la trémolite passe à l'asbeste, puis l'amphibole diminue à son tour et l'on passe à la pegmatite, dans laquelle on voit, près du passage, de l'amphibole et de grandes lamelles de mica noir bientôt remplacé par le mica argentin. Dans la pegmatite et le gneiss nous avons rencontré des grenats améthystés, du grenat rosé en masse, des pyrites de fer et de cuivre; nous avons recueilli dans les fentes du gneiss de beaux enduits de *calcaire nacré;* nous avons observé ce même calcaire nacré en lamelles très-minces dans les galeries.

L'amphibole joue, dans la zone que nous étudions maintenant, un tout autre rôle que dans la zone d'Ax. C'est une différence à signaler. Les roches proprement amphiboliques sont du reste abondantes aux environs de Luchon. Les syénites micacées n'y sont pas rares, et nous avons pu voir à Saint-Mamet une couche de syénite bien dépourvue de mica, et dirigée O. 10° N. Elle est d'ailleurs peu puissante, ressemble à un filon et présente une roche assez profondément altérée dans les points où elle vient au jour.

En continuant de suivre la route vers Castelviel, on retrouve, à la fontaine ferrugineuse, la superposition du gneiss à la pegmatite avec passage de l'un à l'autre; la direction des courbes est ici E. 22° N. En allant vers le Portillon de Bosost par le val de Burbe, on retrouve les mêmes alternances jusqu'entre les villages de Lez et de Castel-Léon, après avoir trouvé au Portillon des couches schisteuses plus récentes que ces granites.

Derrière le village de Saint-Mamet, une carrière montre de nouveau la pegmatite superposée au gneiss, avec passages réciproques des deux roches l'une à l'autre. En ce point, on voit en outre le mica perdre progressivement son orientation et le gneiss passer à un granite à peine schisteux. La direction des couches est ici de O. 15° N.

Ces mêmes alternances occupent la base du massif entre Luchon et la Maladetta, où se retrouvent encore les granites à tourmaline. Sur ce massif reposent des schistes et des calcaires que M. Leymerie a rattachés avec raison au silurien inférieur et au silurien supérieur.

Après nous être occupés de la région sud de Luchon, examinons ce qui se passe au nord, aux environs de Saint-Béat, par exemple. Lorsqu'on va de Cierp à Saint-Béat, la route suit à partir de Marignac la limite même du terrain jurassique diri-

gé du sud-ouest au nord-est. A droite, sur les flancs du mont Arri, on voit d'abord des dolomies, puis des calcaires blancs et gris plus ou moins cristallins, contenant du graphite disséminé en paillettes ou remplissant des fentes, et des pyrites de fer. Dans ces roches sont ouvertes plusieurs carrières de marbre gris; au-dessus sont les carrières de marbre blanc de Saint-Béat, marbre fétide, avec soufre natif cristallisé dans les fissures. Tandis que ce système s'élève avec le mont Arri à 1,140 mètres au-dessus du niveau de la mer, on voit à gauche des mamelons déchiquetés, atteignant seulement 522 mètres, et composés de gneiss et de pegmatites à grands cristaux de tourmaline noire, immédiatement reconnaissables pour la roche de Luchon.

Les couches jurassiques sont orientées E. 40° à 45° N. et plongent au S. E. Elles oscillent, en s'en écartant fort peu, autour de la direction E. 42° N. qui appartient au système de la Côte-d'Or. M. Durocher (1) avait déjà signalé en ce point l'intervention de ce système de soulèvement.

Si l'on examine les montagnes comprises entre Saint-Béat et le pic de Gar, on voit les calcaires jurassiques se rapprocher de l'horizontale et le plongement changer de sens. La crête dentelée qui se trouve au pic de Gar est formée par les tranches de ces couches plongeant au N. O. Ce changement de sens s'aperçoit de loin, soit sur la route de Cierp, soit sur celle du pont de Chaum. Sur le versant sud de ce plissement les calcaires reposent, avons-nous dit, sur les gneiss et pegmatites; mais, sur le versant nord, les couches jurassiques ont été portées à une beaucoup plus grande hauteur au-dessus du niveau de la mer par le soulèvement de la Côte-d'Or. Elles sont supportées par des schistes qui ont été reconnus siluriens par M. Leymerie, par suite de la présence d'*Orthis* et d'Orthocères (2). Au-dessous sont encore d'autres schistes passant insensiblement aux gneiss et au granite, exactement comme à Ax. M. Leymerie a bien indiqué ces *passages;* il a vu aussi que le granite d'Esténos était stratifié, que la pegmatite formait des filons-couches séparés par des lits de roches schisteuses. Néanmoins, il n'en a point tiré

(1) Durocher, *Essai pour servir à la classification du terrain de transition des Pyrénées, et observations diverses sur cette chaîne de montagnes.— Ann. des mines*, 5e série, t. VI.

(2) Leymerie, *Esquisse géognostique des Pyrénées de la Haute-Garonne*, p. 33.

cette conséquence, que ces roches faisaient partie d'un terrain de *sédiment métamorphisé*. Il a continué à considérer toutes ces roches comme *éruptives*.

Peut-être M. Leymerie aurait-il pensé autrement, si, recoupant, comme nous l'avons fait, les couches granitiques du pied du pic du Gar, il en eût étudié les détails. Il aurait vu tout d'abord que ces terrains cristallins contiennent outre les granites, gneiss et pegmatites, des *couches calcaires* régulièrement intercalées; ce sont des calcaires modifiés, cristallins, quelquefois compactes et généralement chargés d'amphibole. De plus, tout le système des roches cristallines forme un ensemble stratifié. Ce sont, à proprement parler, des alternances de calcaire amphibolique et de gneiss ou micaschiste feldspathique, dans lesquels le gneiss passe tantôt au granite tantôt à la pegmatite.

En effet, lorsqu'on va de Saint-Béat à Eup, les gneiss pegmatites et les calcaires à amphibole paraissent présenter tout d'abord un chaos inextricable. Pour fixer les idées, et ne pouvant détailler complétement les alternances de notre coupe de Saint-Béat au pic du Gar, nous détacherons de cette coupe générale, une épaisseur de 20 mètres seulement qui présente comme un résumé des faits observés dans tout le système.

L'ensemble forme des alternances plongeant du côté du sud, mais dont la direction subit de nombreux dérangements.

Dès les premiers pas, nous avons remarqué la superposition suivante bien nette de bas en haut.

1° Calcaire avec pyrite; 2° gneiss avec amphibole; 3° pegmatite à tourmaline noire. Direction O. 40° N., plongement S. E. Bientôt après, l'allure des couches se régularise et devient moins tourmentée en même temps que le plongement passe franchement au N. O. Les têtes de couches forment des crêtes saillantes qui courent horizontalement sur le sol et permettent de mesurer exactement la direction. C'est vers ce point que nous avons relevé la coupe de 20 mètres d'épaisseur, normale aux couches.

La direction est à l'E. 45° N., le pendage vers 45° au N. O. Toutes ces couches sont recoupées par de grandes fissures verticales N. 27° O. Le tout offre une stratification très-régulière. Voici l'ordre de succession des couches, de bas en haut.

1° Granite schisteux à mica noir, passant au gneiss à la partie supérieure;

2° Calcaire modifié compacte, avec veines de quartz passant à des calschistes modifiés à la partie supérieure;

3° Calcaire subcristallin esquilleux, formant un gros banc;

4° Gneiss nodulifère très-quartzeux;

5° Calcaire subcristallin chargé d'amphibole, en strates minces;

6° Leptynite grenu;

7° Calcaire cristallin;

8° Calschistes modifiés;

9° Pegmatites bien caractérisées, non comprises dans les 20 mètres, contenant du mica noir en grandes lames et mélangées confusément de gneiss.

Alors commencent 200 mètres d'alternances de pegmatite et de gneiss, au delà desquels reparaissent les calcaires amphiboliques. Ces alternances sont recouvertes ensuite par les alluvions de la Garonne; de l'autre côté elles recommencent, puis on voit les gneiss et les micaschistes feldspathiques passer progressivement à des schistes argileux au-dessus desquels sont les schistes siluriens fossilifères; ceux-ci supportent une mince couche de grès rouge et les calcaires jurassiques.

Pour nous, il n'y a là dans cet ensemble aucune roche éruptive. Si l'on admet, en voyant le schiste argileux passer au gneiss, que celui-ci est un schiste transformé, on doit admettre aussi, en voyant le gneiss passer au granite à mica noir, que celui-ci est dû à une transformation plus profonde des mêmes roches. Quant aux pegmatites et aux granites à grandes parties, tout indique aussi que ce ne sont point des roches éruptives (1).

En premier lieu, il nous répugne d'admettre que *l'injection* d'une pareille masse de roches étrangères à travers les strates des terrains de transition ait pu se produire sans bouleverser complétement les allures de la stratification, qui est dans l'ensemble très-régulière. Comment s'expliquer ensuite qu'un phénomène éruptif ait pu produire une série d'alternances aussi complexe et en somme si régulière? Dès le premier abord, l'inspection des lieux éloigne toute idée d'injection violente. Mais surtout comment ne pas être frappé de ce fait, qu'ici, comme à Ax et aux environs, la pegmatite qui recoupe en filons le granite ne recoupe point le calcaire? Quand la pegmatite arrive au voisinage du calcaire, elle l'évite pour ainsi dire.

---

(1) Bien que l'un de nous ait déjà insisté sur ces faits dans le *Bulletin* en deux circonstances (février 1867, novembre 1867), nous ne saurions trop y revenir.

Ceci est inexplicable si la pegmatite a fait éruption; mais ce fait devient tout naturel, si elle a eu besoin pour se former de trouver dans les roches préexistantes les éléments nécessaires à sa constitution.

Si l'on considère, d'ailleurs, que tous les faits observés par l'un de nous, soit à Ax, soit dans divers points des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées (1), se reproduisent ici, et que les fentes E. 42° N. et N. 27° O. reparaissent très-développées dans ce système, on admettra sans doute que l'on a à Luchon, à Saint-Béat, comme à Ax, la trace de phénomènes métamorphiques de dates diverses. L'un aurait déterminé pendant ou peu après leur dépôt dans des mers encore chaudes la transformation des schistes en gneiss et même en granite à mica noir. Plus tard peut-être, à l'époque du soulèvement de la Côte-d'Or, qui a si violemment tourmenté cette région, des sources thermales ont-elles pénétré l'intérieur de ces roches, s'infiltrant à travers les fissures et les strates, et ont-elles occasionné, au moins en partie, le développement si remarquable de l'amphibole dans les calcaires, les gneiss et les pegmatites. Postérieurement, sous l'influence des failles N. 27° O. du mont Viso, après le dépôt de la craie inférieure, que le relèvement des couches jurassiques a empêché de paraître dans cette région, des eaux thermales ont été les agents d'un nouveau métamorphisme qui a transformé en pegmatite à tourmaline noire une partie de ces gneiss et granites. Mais la nature différente des strates superposés, et ici en particulier la présence des calcaires intercalés se sont opposées à ce que les pegmatites affectassent partout la forme de filons recoupant les couches. L'action métamorphique, ainsi que nous l'avons déjà dit, a dû, dans ces cas, s'épancher latéralement et donner aux pegmatites l'apparence de *filons couches*, la vraie forme de *filon* étant réservée aux tranformations subies par les roches feldspathiques le long des fissures servant d'issue aux sources thermales.

Les représentants de ces sources à action métamorphique si puissante sont aujourd'hui les sources de Luchon, probablement moins abondantes, moins chaudes, moins minéralisées qu'elles ne l'étaient à ces époques géologiques antérieures ayant

---

(1) F. Garrigou, *loc. cit.* et *Bull. de la Soc. géol.* Séance de novembre 1867.

probablement pour adjuvants les filons aquifères de Lez, d'Artias, de Venasque, etc.

Age du terrain dans lequel naissent les sources sulfureuses. Depuis la publication du mémoire sur Ax, l'un de nous a signalé les terrains cumbrien et laurentien dans les Pyrénées (1). Il nous paraît évident, depuis lors, que les eaux d'Ax naissent à la limite du terrain silurien inférieur et du terrain cumbrien, dans des failles N. 27° O. du mont Viso. La nature des terrains stratifiés de Luchon à la limite desquels les sources viennent au jour dans des failles de même orientation et au milieu de roches identiques avec celles d'Ax nous permet de dire que très-probablement c'est au même niveau géologique que naissent les sources sulfureuses dont nous venons de nous occuper. Mais ici la délimitation des terrains étant moins nette qu'à Ax, nous nous contenterons de dire que c'est au-dessous du terrain silurien que paraissent les griffons de Luchon, sans préciser le terrain cumbrien ou le terrain laurentien.

Nous croyons pouvoir dire aussi que les alternances décrites entre Eup et Saint-Béat, au pied du pic du Gar, rentrent dans les terrains antésiluriens, seuls terrains que nous ayons jusqu'ici retrouvés dans les Pyrénées composés comme l'étaient ces alternances dans la stratification desquelles prédominent aussi comme à Ax les directions O. 40° N. du système du Morbihan et E. 16° N. du système du Finistère.

Composition chimique des sources sulfureuses. Les analyses de M. Filhol ont montré que les eaux de Luchon se faisaient remarquer par leur prompte altération au contact de l'air, par leur richesse en acide sulfhydrique libre et en mono-sulfure de sodium, par leur pauvreté en sels alcalins, abstraction faite du sulfure de sodium. Les analyses du professeur de Toulouse ont été faites avec soin sur un grand nombre de naissants, et l'on pourrait les considérer, malgré certaines imperfections, comme un type d'analyses bien faites.

Quoi qu'il en soit, d'après ces analyses, ainsi qu'il a été dit dans le mémoire sur Ax déjà cité, Luchon se distingue de toutes les autres stations des Pyrénées par l'abondance de l'acide sulfhydrique libre de ses sources et le blanchiment de l'eau mise dans les bassins. Aucune autre station sulfurée-sodique et chaude des Pyrénées ne peut lui être comparée sous ces

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, F. Garrigou, novembre 1867.

divers rapports; ces caractères rapprochent Luchon des stations d'Ax et d'Amélie-les-Bains (quelques-unes des sources Pujade). L'absence complète d'alcalinité, si l'on fait abstraction de celle qui est due au sulfure alcalin, différencie de toutes les sources sulfurées-sodiques de l'Est de la chaîne. Ainsi donc, au point de vue chimique comme au point de vue géologique, Luchon est un vrai type parmi les sources sulfureuses des Pyrénées.

Conclusions. Des faits précédents il nous paraît résulter que :

1° Les sources de Luchon naissent non pas *au contact* des schistes et des granites, mais dans des failles entamant ces deux variétés de roches, de même que tous les terrains de la région;

2° L'orientation exacte de ces failles que nous avons pu suivre dans les galeries de Luchon et dans toute cette partie des Pyrénées est celle du mont Viso N. 27° O., système de soulèvement qui s'est manifesté à la fin du dépôt des terrains crétacés inférieurs;

3° Les sources de Luchon forment parmi les sources sulfureuses chaudes des Pyrénées un type bien caractérisé au point de vue chimique, géologique, minéralogique, de même qu'au point de vue médical;

4° Les granites de cette région et principalement les pegmatites à tourmaline noire formant les filons N. 27° O. sont des types de roches métamorphiques et non éruptives;

5° Les terrains cumbrien et laurentien existent dans la région que nous venons d'étudier;

6° Les sources naissent à Luchon comme à Ax dans ces terrains antésiluriens, ou à leur limite supérieure.

Séance du 4 mai 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Bombicci (Luigi), professeur à l'Université, à Bologne (Italie); présenté par MM. J. J. Bianconi et Alfred Caillaux;

Fabre (Georges), rue d'Assas, 76, à Paris; présenté par MM. Deshayes et Hébert;

Mantovani (Paul), ingénieur, Piazza Pia, à Rome (Italie); présenté par MM. P. de Tchihatcheff et d'Archiac.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. A. d'Archiac, *Paléontologie de la France*, in-8, 726 p.; Paris, 1868; Imprimerie impériale.

De la part de M. J. Barrande, *Céphalopodes siluriens de la Bohême*, in-8, 38 p.; Prague, 2 février 1868.

De la part de M. Luigi Bombicci :

1° *La Classificazione naturale dei minerali*, in-4, 85 p.; Pise, 1861, chez Nistri frères.

2° *Corso di mineralogia*, in-8, 803 p.; Bologne, 1863; chez G. Monti.

3° *La Composizione chimica e la fisica struttura dei minerali considerate secondi la teoria delle associazioni poligeniche*, in-8, 33 p.; Bologne, 1867; chez G. Monti.

4° *Sulle Associazioni poligeniche applicate alla classificazione dei solfuri minerali*, in-4, 94 p.; Bologne, 1867; chez Gamberini et Parmeggiani.

5° *La Teoria delle associazioni poligeniche applicata allo studio dei silicati*, in-8, 46 p.; Bologne, 1868; chez N. Zanichelli et Ce.

6° *I Silicati minerali secondo la teoria delle associazioni poligeniche*, in-4°, 135 p.; Bologne, 1868; chez G. Monti.

De la part de M. Alexandre Cialdi, *Port-Said. — Lettre à M. F. de Lesseps*, in-8, 27 p.; Rome, 1868.

De la part de M. A. F. Noguès :

1° *La Géologie stratigraphique et minéralogique des sédiments*

inférieurs et des terrains cristallins des Pyrénées-Orientales, in-8, 46 p.; Lyon, 1862; chez Barret.

2° *Dépôts jurassiques du Languedoc pyrénéo-méditerranéen comparés à ceux des bassins du Rhône et de Paris*, in-8, 38 p.; Lyon, 1862; chez Barret.

3° *Note sur une nouvelle espèce de* Girodus, in-8, 5 p.; Lyon, 1863; chez Barret.

4° *Ophites des Pyrénées*, in-8, 138 p.; Lyon, 1865; chez Barret.

De la part de Mme veuve Viquesnel, *Voyage dans la Turquie d'Europe. — Description physique et géologique de la Thrace*, 12e livraison, in-4; Paris, 1868; chez Arthus Bertrand.

De la part de M. Ch. Le Hardy de Beaulieu, *de la Cristallisation du quartz*, in-8, 23 p.....

De la part de M. C. Moesch :

Beitraege zur geologischen Karte der Schweiz, 4e livraison, — *der Aargauer-Jura und der noerdlichen Gebiete des Kantons Zürich*, in-4, 321 p., 10 pl. Berne, 1867; chez J. Dalp.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences; 1868, 1er semestre, t. LXVI, nos 16 et 17, in-8.

Bulletin de la Société de géographie, février et mars 1868; in-8.

Annales des Mines, 4e et 5e livraisons de 1867, in-8.

Bulletin des séances de la Société I. d'agriculture, janvier 1868, in-8.

L'Institut, nos 1790 et 1791; 1868, in-4.

The Athenæum, nos 2113 et 2114, 1868, in-4.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Leonhard et H. B. Geinitz; 1868, 2e cahier, in-8.

Revista de los progresos de las ciencias exactas, fisicas y naturales, février 1868; in-8.

M. Marcou présente, de la part de M. Moesch, un ouvrage sur le Jura argovien (v. la *Liste des dons*).

M. Delanoüe communique deux brochures de M. Le Hardy de Beaulieu et indique les résultats auxquels cet auteur est

arrivé relativement à la cristallisation du quartz et de la pyrite.

A cette occasion, quelques observations sont échangées entre MM. d'Omalius d'Halloy, Delesse et Gruner sur le porphyre de Quenast, que MM. d'Omalius et Delesse regardent comme une roche franchement éruptive.

M. Delanoüe présente un travail de M. Cialdi sur le courant ouest-est de la côte de Syrie et développe les raisons qui lui font croire à l'ensablement probable du canal de Suez (v. la *Liste des dons*).

Le Secrétaire présente le travail suivant de M. Ville sur la géologie de la province de Dellys :

Notice minéralogique sur les environs de Dellys; par M. Ludovic Ville.

Les environs de Dellys renferment des terrains d'origine sédimentaire et des terrains d'origine ignée sur lesquels nous allons donner quelques détails.

Voici la nomenclature des terrains que nous avons observés :

1° Terrains nummulitiques; — 2° miocènes; — 3° quaternaires; 4° alluviens; 5° ignés, basaltes ou porphyres qui paraissent contemporains des terrains miocènes.

Nous commencerons par l'étude des terrains nummulitiques.

Terrain nummulitique des environs de Dellys. — Il existe dans le cercle de Dellys un terrain stratifié sans fossiles, que ses caractères minéralogiques rapprochent du terrain nummulitique du col d'Odenja et d'Hadjar-el-Haya, au nord de Dra-el-Mizan, et différencient du terrain tertiaire moyen des environs de Dellys. Aussi nous le rangerons provisoirement dans le terrain nummulitique; et, d'après ce que nous allons en dire, il paraîtra probable que de nouvelles observations viendront confirmer plus tard cette manière de voir.

Au sud-est de Dellys, ce terrain forme une bande de 10 kilomètres de largeur moyenne, limitée à l'ouest par le cours de l'Oued Sebaou et que nous avons suivi à l'est sur une longueur de 24 kilomètres jusqu'aux ruines romaines de Tagsebt, situées sur le bord de la mer, auprès du cap Tedles.

Au sud-ouest de Dellys, le même terrain montre un affleure-

ment triangulaire, dont la base s'appuie sur la rive gauche de l'Oued Sebaou, et dont le sommet se trouve à l'ouest, à proximité de la rive droite de l'Isser.

Donnons d'abord quelques détails sur la première bande, qui est la plus importante et la mieux caractérisée. A Dellys, le terrain nummulitique commence sur la rive droite du ravin qui coupe en deux l'assiette de la ville. Il se compose principalement de marnes schisteuses d'un gris jaunâtre dont la stratification fort tourmentée n'apparaît que dans les entailles du sol. Ces marnes sont facilement décomposées par les agents atmosphériques et donnent une terre végétale qui ressemble beaucoup à celle qui est produite par les marnes tertiaires. Elles renferment auprès de Dellys des lentilles de grès quartzeux très-dur, jaunâtre en dedans, brun rougeâtre au dehors, et dont la stratification est confuse. La puissance de ces lentilles s'abaisse parfois à 1/2 mètre, et plusieurs fois elle s'élève à 8 ou 10 mètres, et il en résulte des pics saillants à la surface des marnes. A 1,200 mètres au sud-est de Dellys, celles-ci renferment des lentilles de calcaire schisteux à cassure unie et dont la composition n'est pas homogène; certaines parties renferment des rognons de silex pyromaques, dont la circonférence se fond avec la masse calcaire. Cependant, à une distance de quelques centimètres des bords de ces rognons, le calcaire ne contient pas de silice à l'état de quartz et laisse, quand on le traite par l'acide chlorhydrique, un résidu de 20 à 22 p. 100 d'argile pure, ce qui le classe parmi les calcaires très-hydrauliques. C'est du reste ce que l'expérience en grand a confirmé. Le génie militaire se sert avantageusement, pour ses constructions hydrauliques, de la chaux donnée par la cuisson de ce calcaire. Celui-ci forme sur le bord de la mer une couche de 4 mètres de puissance dirigée N.140° E.m. et plongeant S. 50° m. Il est fissuré en tous sens et ne pourrait donner des blocs de fortes dimensions. Il s'enfonce sous des marnes schisteuses grises, dans lesquelles on trouve des boules de pyrite de fer de la grosseur du poing et des cristaux de gypse de 2 à 3 centimètres de long. La couleur du calcaire varie du gris au jaune clair. Les fragments de cette dernière roche ont été considérés comme propres à la lithographie, à cause de la finesse de leur grain; mais la dureté du calcaire n'est pas assez grande et la roche est trop fissurée pour servir à la lithographie. A 20 mètres de hauteur au-dessus de ce calcaire hydraulique, il y a une lentille de calcaire jaunâtre, à cassure conchoïdale et terreuse,

se dissolvant sans difficulté dans les acides et propre à donner de la chaux grasse par la cuisson.

En suivant le bord de la mer, on trouve, à peu de distance de la rive gauche de l'Oued Oubay, deux caps formés de calcaire argileux, blanc grisâtre, enclavé dans les marnes schisteuses grises. L'un d'eux (Rocher des pigeons) présente sur 100 mètres de long et 30 mètres de haut un talus à 25°; l'importance de cet affleurement a fait penser qu'il serait possible d'en tirer un parti industriel, si le calcaire avait une composition convenable.

Le calcaire renferme 0,142 d'argile proprement dite, déduction faite du sable quartzeux et du peroxyde de fer; il donnerait probablement de bonne chaux hydraulique par la cuisson. Quant à la marne encaissante, elle est très-riche en silice, dont elle renferme 0,713; elle ne contient que 0,107 de carbonate de chaux.

Le grès nummulitique prend, le long du rivage, un développement plus considérable à mesure qu'on marche vers l'est. *Le Rocher-Blanc* doit son nom à la présence de grès quartzeux qui forment un promontoire élevé sur le bord de la mer, à proximité du village de Mazer, qui est situé à 100 mètres environ au-dessus du niveau de la mer.

Ruines romaines de Tagsebt. — Auprès des ruines romaines de Tagsebt, les grès nummulitiques couvrent tout le pays; ils sont en couches régulières, dirigées N. 70° E.m., et plongent au S. 20° E.m. de 20°. Ils forment parfois des assises de plusieurs mètres d'épaisseur, sans fissures, et pourraient fournir de très-belles pierres d'appareil; du reste, les nombreuses pierres de taille qui jonchent le sol de l'ancienne colonie romaine sont toutes en grès nummulitique et n'ont subi aucune dégradation par l'action des agents atmosphériques, ce qui prouve la bonne qualité de ces grès. Ils sont meilleurs, en effet, pour les constructions et pour les pavages que les grès tertiaires, soit de Dellys, soit de Ténès, parce qu'ils sont plus riches en silice.

La route muletière de Dellys à Tiziouzou se dirige du nord au sud, à travers le terrain nummulitique, jusqu'à Taourgha, petit village arabe, à partir duquel commence le terrain tertiaire moyen. Sur cette ligne, le terrain nummulitique est caractérisé par la présence de grosses lentilles de grès quartzeux brun, à grains fins, éparses à la surface du sol comme des blocs roulés. Auprès de Taourgha, on y trouve aussi quelques len-

tilles de calcaire blanc à cassure compacte, identique d'aspect avec le calcaire hydraulique des environs de Dellys.

Terrain nummulitique de la rive gauche de l'Oued Sebaou. — Le massif nummulitique de forme triangulaire qui est compris entre l'Oued Sebaou et l'Oued Isser présente les mêmes caractères pétrologiques que celui dont nous venons de parler. Il est coupé par la route carrossable d'Azib-Zamoun à Dellys, route qui suit une petite vallée partant du marabout de Sidi-Sliman-ben-Ali, à la côte de 228 mètres, pour aller se jeter dans la rive gauche de l'Oued Sebaou. Dans cette vallée, les marnes nummulitiques sont un peu schisteuses, tantôt bleues, tantôt grises, à allures très-tourmentées; elles contiennent intercalées de grosses lentilles de grès quartzeux, gris jaunâtre, à grains généralement fins, mais qui atteignent parfois la grosseur d'un pois; ces grès n'offrent pas de stratification distincte; ce sont des cornes qui font saillie au milieu des marnes schisteuses, ainsi qu'on l'observe dans le terrain nummulitique des environs de Dellys. On trouve aussi, au milieu de ces marnes, des lentilles allongées de calcaire compacte blanchâtre, sans doute hydraulique comme à Dellys, et de calcaire grisâtre à cassure un peu terreuse. Auprès du village kabyle qui est sur la route, les couches nummulitiques sont dirigées en moyenne N. 90° E. m. et plongent au N. m. de 25°. Sur les hautes crêtes qui encaissent les deux rives de cette vallée, on observe également des cornes de grès siliceux ayant le même aspect que les grès nummulitiques de Dellys et des ruines romaines de Tagsebt.

Terrain tertiaire moyen. — Le terrain tertiaire moyen des environs de Dellys occupe, entre le Sebaou à l'est et l'Isser à l'ouest, une surface d'environ 90 kilomètres carrés, qui commence au N. E. à la ville de Dellys et se continue au S. O. par une langue étroite avec le terrain tertiaire moyen qui enveloppe le massif de roches cristallines de la Kabylie. Il est limité à l'est et au sud par le terrain nummulitique, au nord et à l'ouest par le massif de roches éruptives du cap Djinet.

Dans toute son étendue, il se compose de couches de marnes grises, de grès quartzeux, à ciment argilo-calcaire, violacé ou jaunâtre, et de poudingue formé souvent aux dépens de roches cristallines (gneiss, micaschiste, quartz et calcaire saccharoïde). Les fossiles y sont très-rares; auprès de Dellys, nous avons trouvé dans les grès un fragment de *Pecten* indéterminable, mais suffisant pour indiquer que ce grès n'appartient pas au terrain houiller, ainsi qu'on l'a prétendu. Sur les bords de

l'Oued Haouadja, nous avons vu encastrés dans le poudingue des galets de calcaires pétris de Nummulites. Ce fait suffit pour prouver que ce poudingue et les roches qui lui sont associées sont plus récents que le terrain nummulitique et appartiennent soit au terrain tertiaire moyen, soit au terrain tertiaire supérieur; en outre, la continuité de ces diverses couches avec les couches de même nature que nous avons observées à peu de distance, à Tiziouzou, aux environs d'Azib-Zamoun sur l'Oued Tamdiret, et qui contiennent des fossiles caractéristiques du terrain tertiaire moyen, cette continuité, disons-nous, montre que les terrains tertiaires compris dans le cercle de Dellys, entre l'Isser et le cap Bengut, appartiennent à la formation tertiaire moyenne.

Des éruptions de roches trappéennes ou basaltiques ont traversé le terrain tertiaire moyen des environs de Dellys à diverses époques et ont commencé à se produire pendant le dépôt même de ces terrains. On voit souvent des débris de roches éruptives dans les grès et poudingues tertiaires; aussi devrons-nous décrire simultanément ces deux terrains d'origine différente.

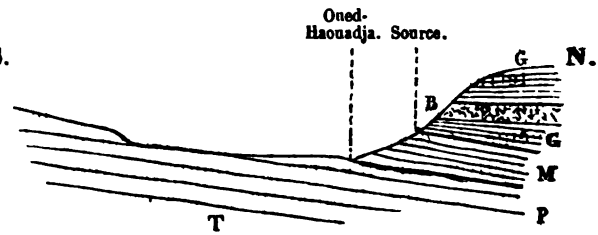
Les premiers contre-forts qui longent la rive droite de l'Isser sont formés de roches trappéennes brunâtres qui parfois constituent une sorte de brèche; mais, avant d'arriver sur les principales crêtes, on trouve un sol argilo-sableux, jaunâtre, sur lequel sont disséminés de nombreux petits débris de micaschiste bleuâtre et de quartz blanc. Bientôt l'on marche sur des couches de grès à ciment argileux, jaunâtre ou verdâtre, avec menus débris de micaschiste et de quartz. A la surface de ces couches de grès sont disséminés de gros blocs d'une sorte de roche dioritique à pâte feldspathique blanche et à mouches de mica ou d'amphibole noire. Ils sont à angles arrondis et paraissent roulés. Ils diffèrent par l'aspect du basalte ordinaire qui constitue le massif principal du cap Djinet. Les couches de grès sont faiblement ondulées près de la crête; quelquefois elles semblent avoir été formées aux dépens de la roche basaltique, et ce n'est que par la présence des fragments de micaschiste qu'on les distingue.

Sur la rive droite de l'Oued-Haouadja, il y a un escarpement de 10 mètres de haut, sur lequel se dessinent les tranches de grès à grains fins, tantôt gris, tantôt jaune, alternant avec des lits minces d'argiles grises, dirigées N. 110° E.m. et plongeant au N. de 15°. Les grès reposent sur une assise épaisse de mar-

nes grises, et une source limpide émerge au contact de ces deux roches différentes. Une nappe de basalte a recouvert les grès de la partie supérieure de l'escarpement et se cache elle-même sous une nouvelle couche de grès.

Sur la rive gauche de l'Oued-Haouadja, la montagne est formée de couches de poudingue grossier à éléments de granite, de micaschiste et de calcaire saccharoïde. On y trouve aussi des débris de calcaire gris-clair, hydraulique, sans fossiles, et des galets de calcaire pétri de Nummulites.

La coupe ci-dessous fait connaître la disposition des couches tertiaires sur les bords de l'Oued-Haouadja.



G Grès.
B Basalte.
M Marnes.
P Poudingues.
T Terrain tertiaire moyen.

Entre l'Oued-Haouadja et l'Isser, deux îlots de roche trappéenne d'un noir grisâtre apparaissent au milieu des marnes et grès tertiaires et constituent le Djebel-Cheffar et le Djebel-Zerzour.

Au pied du Djebel-Zerzour, le poudingue tertiaire jaunâtre, friable, avec débris de micaschiste et de roche trappéenne, se montre en couches dirigées N. 160° E.m. et plongeant au S. 70° O.m. de 35°.

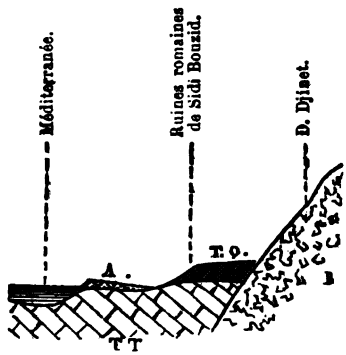
La crête montagneuse qui longe la rive gauche de l'Oued-Nessa (Oued-Sebaou) est formée de grès grisâtres et de brèches à petits fragments, où l'on reconnaît tous les éléments des roches cristallines de la Kabylie. Ces couches plongent au N. O.m. de 20°; elles reposent sur des marnes grises qu'on observe dans le fond du ravin.

Le Djebel-Bouberak, dont la crête dirigée de l'O. S. O. à l'E. N. E. s'élève à 648 mètres au-dessus du niveau de la mer, est formé de grès marneux, à grains fins, avec menus débris de micaschiste; les couches de grès alternent avec des marnes

grises. A l'extrémité O. de la chaîne, elles sont dirigées N. 105° E. m. et plongent à l'E. 15° S. m. de 60° ; les différences de pente qu'on observe sur le Djebel-Bouberak viennent probablement d'un bombement des couches, par suite d'une injection de roches trappéennes.

Le massif de roches éruptives du cap Djinet occupe une superficie de 30 kilomètres carrés environ et se poursuit sur 8 kilomètres de longueur le long du rivage, depuis l'Oued-el-Arba à l'E. jusqu'à l'Oued-el-Houmara à l'O.

A 1 kilomètre E. N. E. du cap Djinet, le rivage présente un escarpement abrupte, sur lequel on remarque les tranches de



A Alluvions. TT Terrain tertiaire moyen.
TQ Terrain quaternaire. B Basalte.

couches de marnes grises à cassure conchoïdale, de grès à ciment calcaire et à menus débris de micaschiste.

Ces couches, qui appartiennent au terrain tertiaire moyen, sont dirigées N. 60° E. m. et plongent au S. 30° E m. de 30°. Elles vont buter contre le massif éruptif du cap Djinet et sont recouvertes en stratification discordante par des assises sensiblement horizontales de grès diluvien, où l'on remarque des valves fossiles de moules ayant encore leurs couleurs vives naturelles.

La roche éruptive du cap Djinet est formée d'une pâte noire, compacte, très-dure, au milieu de laquelle sont disséminés de très-petits cristaux blancs translucides. Elle se divise en gros prismes pentagonaux qui s'étalent en éventail. Une variété de couleur rose a présenté la composition suivante :

	gr.	
Silice	0.7460	
Alumine	0.1280	
Peroxyde de fer	0.0100	
Oxyde de manganèse	traces	0.9660
Magnésie	traces	
Chaux	0.0150	
Potasse	0.0670	
Carbonate de chaux		0.0220
Carbonate de magnésie		0.0122
Total		1.0002
Densité		2.659

Simon,
Garde-mines.

Par sa densité et sa composition, elle se rapproche des pétro-silex. D'après les observations de M. Durocher (*Mémoire sur l'origine des roches granitiques*), on peut la considérer comme un granite en masse. Elle constitue un magma dans lequel, la cristallisation n'ayant pu se développer, les minéraux propres aux roches cristallines sont à l'état élémentaire.

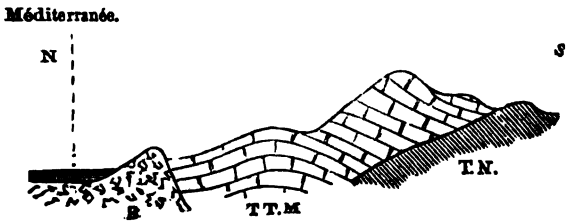
En dehors du massif principal de roche éruptive du cap Djinet, il y a quelques petits îlots de roches de même nature.

L'Oued-Sebaou, près de son embouchure, sépare la chaîne tertiaire du Bouberak d'une petite chaîne moins élevée, qui se prolonge au N. E. jusqu'à Dellys et qui va se perdre dans la mer à la pointe du cap Bengut. Le long de la rive droite du Sebaou, cette petite chaîne se termine brusquement par un escarpement abrupte sur lequel les couches tertiaires présentent diverses inflexions. On y voit, au milieu de grès siliceux, une couche de poudingue à gros fragments de roches cristallines. Les couches inférieures des grès sont rougeâtres ou jaunâtres, facilement égrainables, et il en résulte des talus d'éboulement qui paraissent stratifiés.

En se rapprochant de Dellys, la coupe en travers de la montagne donne la fig. suivante.

Le ravin qui coupe la ville de Dellys en coulant du N. au S. forme la ligne de démarcation entre le terrain tertiaire moyen et le terrain nummulitique. Les roches qui sont de part et d'autre de ce ravin présentent des caractères minéralogiques et des allures essentiellement différents et qui empêchent de les con-

fondre. Le terrain tertiaire moyen s'étend à l'O. de ce ravin et va s'appuyer sur le bord de la mer contre des récifs de roche



TTM Terrain tertiaire moyen. TN. Terrain nummulitique.
B Basalte.

éruptive. Il se compose de marnes argileuses grises, à cassure conchoïdale, alternant avec des grès quartzeux à empreintes végétales carbonisées. Sur la croupe rocheuse qui s'avance dans la mer et abrite la rade de Dellys contre les vents d'ouest les grès et les poudingues sont bien développés.

La ligne de crête est formée par des couches régulières verdâtres courant verticalement à l'E. 6° S.m. et dont l'épaisseur totale est d'environ 6 mètres. Elles ont un aspect extérieur analogue à celui d'une roche trappéenne en décomposition. Des analyses seraient nécessaires pour en déterminer la véritable nature. Les couches situées au S. E. de la ligne de crête sont des grès trop fortement désagrégés par les influences atmosphériques ou des poudingues trop grossiers, pour qu'on puisse en faire des pavés; mais en revanche elles permettent d'étudier d'une manière plus complète leurs éléments constitutifs. On y remarque beaucoup de galets de quartz blanc, hyalin, de la grosseur d'une noix, dont les contours sont à peine émoussés, des galets de micaschiste bleuâtre, de gneiss et de granite; ce granite est formé de quartz blanc hyalin, de feldspath blanc opaque et de mica noir, le tout mélangé d'une manière assez régulière. Il se présente en galets qui atteignent parfois $0^m,30$ de diamètre. On trouve aussi dans les poudingues des galets de calcaire gris et de grès quartzeux, très-durs, identiques avec les roches de même nature qui constituent le terrain nummulitique à l'E. de Dellys. Les couches de grès ont une épaisseur variable de $0^m,01$ à 3 mètres. Nous y avons trouvé un débris de *Pecten;* un grand nombre d'entre elles s'élèvent à peine au-dessus du niveau de la mer; il en résulte des lignes

parallèles de récifs qui rendent l'abordage impossible dès que le vent souffle dans la rade. Le talus de la montagne est très-raide de ce côté et forme une série de gradins droits venant de la dénudation de la partie supérieure des couches.

Les couches qui sont situées au N. O. de la ligne de faîte sont principalement formées de grès quartzeux à grains fins que le service du génie de Dellys exploite avec avantage pour le pavage de ses écuries. La carrière de pavés est d'une exploitation très-facile, parce que les couches y sont verticales et qu'il est aisé de les abattre. On remarque de ce côté de grands escarpements verticaux de 20 mètres de hauteur, au pied desquels sont des talus de 40° provenant des débris des roches qui s'éboulent. Par suite du défaut d'homogénéité des couches de grès, la dureté de cette roche n'est pas la même partout. Le grès se désagrége et se corrode d'une manière irrégulière sous les influences atmosphériques et surtout par l'action des vents de mer; il en résulte des vides souvent considérables, à contours festonnés, qui font saillie sur le reste de la masse. Ces vides détruisent la continuation d'un même banc et son contact avec celui qui lui est juxtaposé, et par suite donnent lieu aux éboulements qu'on observe aujourd'hui. Le grès quartzeux le plus dur est d'un blanc bleuâtre; il renferme 0.697 de sable quartzeux, fait effervescence avec les acides, et présente souvent des empreintes végétales carbonisées, mais dont les espèces sont indéterminables.

Indices de lignite dans les grès tertiaires de Dellys. — L'extrémité orientale de la croupe rocheuse de Dellys est assez remarquable sous ce rapport; dès le mois de mars 1848 nous y avons observé une série de couches de grès argileux, verdâtres, séparées par des couches minces de marnes grises et de calcaire marneux grisâtre. Ces grès renferment des plaquettes et des nids de combustible minéral disposés parallèlement à la stratification générale du terrain. Les plaquettes ont $0^m,002$ à $0^m,006$ d'épaisseur sur $0^m,10$ de long. Les nids ont un volume de $0^m,03$ de diamètre. Le combustible se divise en parties cubiques d'un éclat brillant, et au premier abord on pourrait le prendre pour de la houille; mais son âge géologique et ses propriétés chimiques le rangent dans la catégorie des lignites. En 1857, des indices un peu plus importants ont été trouvés dans la carrière de grès à empreintes végétales que le sieur Galla exploite auprès de la porte qui donne accès à la route des Jardins, à l'O. de Dellys. Tantôt ce combustible se présente en plaques dont

l'épaisseur atteint 1 centimètre et la surface près de 1 décimètre carré; tantôt il forme l'écorce de branches dont l'intérieur est rempli de grès. Cette écorce est parfois à l'état de charbon roux, par suite de la transformation incomplète en combustible minéral, et parfois elle est d'un beau noir éclatant. Ce lignite brûle avec une flamme longue et fuligineuse. Il est excessivement friable et se désagrége en fragments très-minces sous la plus faible pression des doigts.

Le lignite du terrain moyen de Dellys est moins pur et moins riche en charbon fixe que celui du terrain tertiaire moyen de Tizionzou. Son pouvoir calorifique est peu élevé.

La découverte d'un gîte exploitable de lignite dans les grès tertiaires de Dellys, au moyen d'un sondage vertical, est très-problématique. En effet, les couches de grès qui sont peu inclinées en certains endroits, et notamment dans la plaine des Jardins, sont redressées presque verticalement sur le bord de la mer, de manière à présenter leurs tranches, et nulle part en étudiant ces dernières on n'aperçoit l'affleurement d'une veine régulière de combustible. Nous n'avons pas été plus heureux dans les diverses excursions que nous avons faites pendant plusieurs jours sur le massif de terrain tertiaire compris entre l'Oued Sebaou et le cap Bengut.

Le terrain longeant la mer à l'ouest de la pointe de Dellys est formé presque en entier de basalte, depuis cette pointe jusque auprès de l'embouchure de l'Oued Sebaou, sur 4 kilomètres environ de longueur; le basalte présente généralement le long de la mer de grands escarpements noirâtres et verticaux, contre lesquels les vagues se brisent avec violence. Il renferme de petits cristaux de pyroxène noir et de péridot verdâtre, des zéolites, des nodules de quartz opale et de chaux carbonatée rayonnée; on y voit aussi des filons irréguliers de carbonate de chaux cristallisé en larges lames. Ces filons ont une épaisseur variable de $0^m,05$ à $0^m,50$.

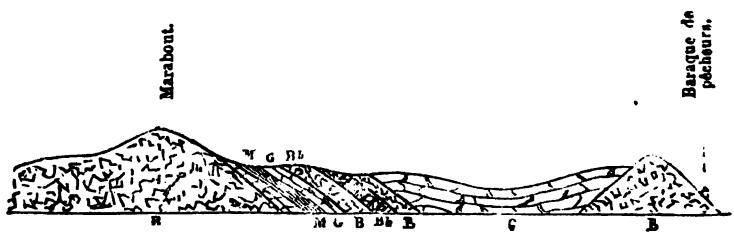
Les zéolites sont blanches, à structure cristalline et rayonnée. Leur densité est 2,195. Elles rayent le verre légèrement et très-fortement le carbonate de chaux. Par l'acide chlorhydrique, elles donnent de la silice en gelée.

La composition et les propriétés de ces zéolites les rapprochent de la mésotype.

L'apparence de la roche éruptive varie beaucoup suivant les différents points où on l'observe. Auprès de Dellys, sur le rivage, elle a l'aspect scoriacé noirâtre; elle est criblée de bulles

assez grandes, produites sans doute par l'échappement de la vapeur d'eau et des gaz, avant la consolidation de la masse. Ailleurs, elle est compacte et très-dure. Parfois elle est mélangée de serpentine verte, douce au toucher. Dans ses fentes, on trouve fréquemment une substance verte soyeuse, formée de fibres sans adhérence entre elles et perpendiculaires à la direction générale de la fente où elles sont encastrées. Cette substance est onctueuse, se coupe au couteau et se raye avec l'ongle; c'est un silicate de magnésie.

La roche éruptive se présente le long du rivage, tantôt en amas irréguliers sans stratification apparente et contre lesquels vont buter les couches de grès tertiaires, tantôt en nappes régulières, enclavées en stratification concordante au milieu de ces mêmes couches. Ces nappes sont alors associées à des couches de brèches à débris basaltiques, de marnes vertes et rouges et de grès verdâtres qui paraissent avoir été formés eux-mêmes aux dépens de la roche éruptive de même couleur. A l'extrémité ouest du principal îlot de basalte, qui est indiqué de loin par un marabout construit sur le point culminant de l'îlot, on remarque la coupe suivante qui montre l'association des basaltes aux couches tertiaires.



Niveau de la mer.

G Grès. B Basalte.
M Marnes vertes. Bb Brèche basaltique.

Si, à partir de la baraque de pêcheurs, située à 1,000 mètres E. du marabout, on suit le sentier qui longe la mer, en se dirigeant vers Dellys, on marche sur le basalte sur plusieurs centaines de mètres et l'on arrive ensuite à un golfe, dont les parois coupées à pic sur 30 mètres de haut montrent des couches alternatives de basalte compacte noirâtre, de grès gris verdâtre, de marnes vertes, de basalte désagrégé et de brèche volca-

nique. Ces couches sont dirigées N. 90° E.m. et plongent au S.m. de 60°; plus loin, les couches de grès présentent des inflexions brusques ayant les formes suivantes : N. m. En se rapprochant encore de Dellys, on observe sur le rivage la coupe suivante à 1,000 mètres est de la porte de Dellys.

E. 15° S.m. O. 15° N.m.

Niveau de la Méditerranée.

MV Marnes veltes. MF Marnes fossiles.
M Marnes rouge de sang. GV Grès verts.
B Basalte.

Un amas de basalte brun terreux s'est injecté entre des couches de grès verts et de marnes de même couleur. Au-dessus de l'amas de basalte, il y a 0m,20 d'épaisseur de marnes d'un beau rouge de sang. Enfin, sur l'îlot basaltique du cap Bengut, situé en dehors du mur d'enceinte de Dellys, le basalte paraît former une assise épaisse de 100 mètres, au milieu des grès qui sont redressés verticalement et d'une manière brusque contre lui. Une couche verticale de grès tendre est enclavée au milieu de ce basalte. Au contact des grès, le basalte est coupé par des fissures parallèles à la stratification et il est divisé en gros prismes horizontaux de 1m,20 de long à section pentagonale de 0m,35 de diamètre.

Au S. O. de Dellys, le long de la route des Jardins, les grès quartzeux tertiaires renferment une couche blanche qui, au premier abord, paraît n'être qu'une couche de grès très-dur, mais qui, probablement, est une roche éruptive pétro-siliceuse.

Cette roche a une grande analogie avec le pétro-silex gris verdâtre de Pentland-Hills.

On voit par ce qui précède que la roche éruptive de Dellys (basalte, pétro-silex) se présente soit en nappes régulières, associées en stratification concordante aux couches du terrain tertiaire moyen, soit en masses irrégulières qui ont été injectées à travers ces couches, qu'elles ont soulevées et tourmentées. Les éruptions ont eu lieu sous une nappe d'eau et ont commencé pendant la période de dépôt des couches tertiaires moyennes. Parfois les roches éruptives apparues les premières

ont été désagrégées et décomposées, et leurs détritus ont donné lieu aux brèches volcaniques et aux grès verdâtres qui sont si fréquents dans le terrain tertiaire moyen de Dellys. Les éruptions qui se sont faites à diverses époques ont amené au jour des roches ignées de compositions diverses, basalte, pétrosilex, serpentine. Elles ont cessé au moment du dépôt du terrain quaternaire, car celui-ci forme le long du littoral un cordon peu puissant, dont les couches presque horizontales plongent régulièrement vers la mer, et renferment de nombreux cailloux roulés de basalte et des diverses roches stratifiées que nous avons signalées dans le cours de ce mémoire.

Fragments isolés de minéral dans l'îlot de roche éruptive voisin du cap Bengut à Dellys. — L'îlot de roche éruptive, voisin du cap Bengut à Dellys, est divisé en blocs irréguliers, d'un volume très-variable, par une multitude de fentes dans lesquelles on a trouvé des fragments isolés de combustible fossile, présentant l'aspect de houille de bonne qualité. Ces fragments, qui sont à angles vifs et d'une longueur de $0^m,06$ à $0^m,07$ au plus, ont $0^m,04$ d'épaisseur maximum. Ils se rapportent à deux variétés de combustible ; l'une est très-sèche et brûle sans flamme ; l'autre, qui est la plus abondante, est très-grasse et brûle avec une longue flamme.

Voici les analyses de plusieurs échantillons faites au laboratoire d'Alger :

DÉSIGNATION DES SUBSTANCES.	FRAGMENTS DE COMBUSTIBLE RECUEILLIS DANS LA ROCHE ÉRUPTIVE DU CAP BENGUT A DELLYS.							
	N° 1. Variété sèche.	N° 2. Variété grasse.	N° 3. Variété grasse.	N° 4. Variété grasse.	N° 5. Variété grasse.	N° 6. Variété grasse.	N° 7. Variété grasse.	N° 8. Roche bitumineuse avec racines de combustible.
Matières des cendres ramenées à leur état de combinaison primitif. Silice	0.0090	0.0300	0.0130	0.0050	0.0050	0.0100	0 0150	0.0430
Alumine	0.0260	0 0120	0.0073	0.0040	0.0021	0.0031		0.0700
Peroxyde de fer	0.0010	traces	»	traces	»	»		0.0400
Pyrite de fer	»	»	0.0007	»	0.0009	0.0009		0 0016
Carbonate de chaux	0.0107	0.0080	0.0080	0.0080	0.0040	0.0040		0.3030
Carbonate de magnésie	»	0.0074	0 0095	0.0095	0 0062	0.0062		0.0967
Carbonate de fer	»	»	»	»	»	»		0.1029
Sulfate de chaux	0.0059	»	»	»	»	»		»
Total des substances terreuses	0.0526	0.0574	0.0385	0.0265	0.0182	0.0242	0.0150	0.6572
Charbon fixe	0.7930	0 6100	0.5680	0.6150	0 5940	0 5940	0.6250	0.2100
Matières volatiles, aqueuses et bitumineuses	0.1544	0 3026	0.3585	0.3135	0.3518	0 3518	0.3600	0.1228
Eau hygrométrique		0.0300	0.0350	0.0450	0 0300	0.0300		
Total général	1.0000	1 0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9900
ESSAI PAR LA LITHARGE.								
Plomb réduit par 1 gramme de matière		gr 26.5700	gr 27.2350	gr 26.9800	gr 27.1900	gr 27.3150	»	gr 7.3850
Charbon équivalent aux matières volatiles		0.1715	0.2390	0.1785	0 1797	0.2095	»	0,0072
Pouvoir calorifique total	7176 cal	6111 cal	6264 cal	6205 cal	6253 cal	6282 cal	6265 cal	1698 cal
Rapport du pouvoir calorifique total à celui du charbon pur pris pour unité	0.918	0.782	0.801	0.794	0.800	0.804	0.801	0.217
Densité	1.300 à 1.360	1.180	1.260	1.230	1.230	1.240	1.254	»

De Marigny.

La variété sèche n° 1, placée en morceaux dans une capsule de platine rougie par une lampe à alcool à double courant d'air ne se consume pas à cause de la faible quantité de matières bitumineuses volatiles qu'elle renferme. Par la combustion en vase clos, elle ne donne pas de coke. Comme elle est très-riche en carbone (0,793), elle a un pouvoir calorifique très-élevé (7176^{cal}) et supérieur à celui de la variété grasse. Elle est d'un beau noir éclatant, et son aspect extérieur ne suffit pas pour faire prévoir *à priori* sa composition chimique. Elle ressemble complétement à la variété grasse.

Les échantillons n°s 2 à 7 ayant été pris au hasard et appartenant à la variété grasse, cela prouve que cette variété est de beaucoup plus répandue que la première, ce qui peut paraître étonnant à cause du gisement de ces substances au milieu d'une roche éruptive; leur présence indique, au reste, que cette roche n'avait pas une température élevée lorsqu'elle a fait éruption, car, dans le cas contraire, elle aurait donné du coke.

La variété grasse renferme de 0,0182 à 0,0574 de matières terreuses. Elle est très-pure comme la précédente et d'un beau noir éclatant. Elle s'allume et brûle avec facilité, à la simple flamme d'une bougie, en donnant une flamme blanche et vive, et répandant une fumée noire et épaisse. Par la distillation en vase clos, il se dégage de l'eau ammoniacale, comme dans la distillation des houilles, des huiles bitumineuses épaisses de couleur fauve et des gaz inflammables; il reste un coke dur, compacte, ayant le brillant du fer métallique.

La proportion du charbon fixe est aussi élevée que dans la plupart des houilles grasses de bonne qualité et varie de 0,5680 à 0,620. Son pouvoir calorifique est également considérable, et varie de 6111^{cal} à 6282^{cal}. Ce combustible est compacte, dur, et ne se brise pas sous la pression des doigts. Il est, en définitive, d'une très-bonne qualité et serait propre à tous les usages industriels, s'il se rencontrait en quantité considérable. Malheureusement, il n'en est pas ainsi. Quoique la roche éruptive se présente en plusieurs points aux environs de Dellys, on n'y a encore trouvé de fragments de combustible que dans une seule localité, au cap Bengut, et ces fragments sont assez rares. Il faut abattre de gros volumes de roche éruptive pour trouver quelques petits morceaux de combustible fossile. Ce dernier a une origine organique. Certains échantillons présentent, en effet, à leur surface, des parties ternes fibreuses ayant tout à fait la texture du charbon de bois. Les divers fragments isolés de

combustible pur offrent également des traces évidentes de stratification, caractérisées par des zones parallèles et d'éclat différent. Ils se brisent dans le sens de ces zones bien plus facilement que dans le sens perpendiculaire. Enfin l'échantillon de la roche compacte bitumineuse n° 8 en fournit encore une preuve plus complète. Cette roche, qui est essentiellement calcaire, montre dans sa cassure des zones parallèles dues à la stratification, et elle est adhérente à une zone parallèle aux précédentes et formée de combustible minéral très-pur.

On peut admettre que les fragments de combustible que l'on trouve isolés dans les fentes du basalte de Dellys appartenaient primitivement à un dépôt stratifié d'origine aqueuse, à travers lequel ce basalte a fait éruption. Des fragments de combustible et de sa roche encaissante ont été entraînés par ce basalte et portés ainsi d'une profondeur qui nous est inconnue jusqu'à la surface du sol.

On doit se demander maintenant quel est l'âge du terrain stratifié contenant ce combustible, quelle est l'étendue probable du dépôt de combustible lui-même, et quels travaux on pourrait exécuter pour arriver jusqu'à ce dernier dépôt.

D'après l'aspect extérieur et les principales propriétés physiques et chimiques des deux variétés de combustible trouvées dans le basalte, on peut les rapprocher des houilles proprement dites, soit sèches, échantillon n° 1, soit grasses, échantillons n°s 2 à 7. Par la distillation, elles donnent toutes de l'eau ammoniacale comme les véritables houilles, tandis que les lignites donnent généralement de l'eau acide. Les anthracites proprement dites ont une densité variable de 1,60 à 0,11. La variété sèche de Dellys a une densité variable de 1,300 à 1,360, et renferme 0,1544 de matières volatiles ; elle s'éloigne par là des véritables anthracites et se rapproche au contraire des houilles sèches proprement dites ; elle est analogue à la houille sèche de Bourg-Lastic (Puy-de-Dôme).

La variété grasse présente une grande analogie d'aspect et de composition avec la houille grasse du Grand-Gaillet (pays de Mons).

« D'après M. Berthier (*Traité des essais par la voie sèche*, tome I), le charbon flénu de la veine du Grand-Gaillet est d'un noir brillant et se casse en fragments rhomboédriques obliques dont les faces portent des stries qui sont caractéristiques et que l'on nomme *la maille*. Sa pesanteur spécifique est de 1,254 à 1,300; sa poussière est noire et tache le papier en brun. Il

ne tombe pas spontanément en poudre, et se conserve à l'air pendant très-longtemps. Il donne un coke très-boursouflé, très-léger et peu solide. Il s'embrase très-aisément et brûle avec une flamme longue, vive et claire. Il colle assez pour s'agglutiner, mais non pas pour former voûte. Il est de la plus parfaite qualité pour les chaudières et pour la préparation du gaz d'éclairage; les houilles du Mons sont remarquables en ce qu'elles ne laissent qu'une très-petite quantité de cendres et qu'elles ne renferment presque pas de pyrites. » Cette description donnée par M. Berthier s'applique en très-grande partie aux différents échantillons de la variété grasse trouvés dans le basalte de Dellys. Celle-ci se divise en fragments rhomboédriques, mais où l'on n'observe pas *la maille* du Gaillet. Sa densité varie de 1,180 à 1,260 comme pour le Gaillet. Sa poussière est noire et tache également le papier en blanc. Elle donne un coke dur, compacte, gris de fer, qui vaut mieux que celui du Gaillet. Elle brûle à la flamme d'une bougie avec une flamme longue et fuligineuse. Elle se conserve à l'air très-longtemps et ne tombe pas spontanément en poudre. Elle colle au feu et serait très-bonne pour le travail de la forge et pour le chauffage des chaudières à vapeur; enfin, elle ne laisse qu'une très-petite quantité de cendres (0,0150 à 0,0574) et ne renferme que très-peu de pyrite de 0,0000 à 0,0009.

Si maintenant on compare le combustible du basalte de Dellys aux indices de lignite trouvés dans les grès du terrain tertiaire moyen de Dellys, on observera de grandes différences. Les lignites du terrain tertiaire sont très-friables; ils renferment bien plus de cendres (0,1217 à 0,1873), moins de charbon fixe (0,345 à 0,463), et beaucoup plus d'eau hygrométrique (0,100 à 0,1370). Aussi leur pouvoir calorifique est bien moindre. Ils donnent par la distillation des eaux acides et laissent un coke tendre, friable et sans éclat.

Les indices de combustible du grès tertiaire moyen de Tiziouzou, quoique plus purs que ceux du grès tertiaire moyen de Dellys, ont toutes les propriétés des lignites, et s'écartent par conséquent des deux variétés de combustible du basalte de Dellys.

On voit par ce qui précède que les indices de combustible minéral des environs de Dellys paraissent se rapporter à deux classes essentiellement distinctes de combustible; les uns sont contenus à l'état de nodules, plaquettes et veinules dans les grès tertiaires moyens, et sont du véritable lignite; les autres

sont contenus dans le basalte, à l'état de fragments ayant la plupart des caractères extérieurs et des propriétés chimiques des houilles, soit grasses, soit maigres.

Il nous reste à examiner la nature des cendres, à la comparer à la nature des roches stratifiées que nous avons observées jusqu'ici, et à rechercher l'influence que la roche éruptive peut avoir exercée sur le combustible minéral qui l'encaisse.

Les matières terreuses de la variété sèche n° 1 sont formées d'argile, de peroxyde de fer, de carbonate de chaux, toutes substances que l'on trouve aussi bien dans les houilles que dans les lignites.

Les matières terreuses des variétés grasses n°s 2 à 6 sont formées d'argile et de carbonates de chaux et de magnésie. Le carbonate de magnésie est en quantité à peu près égale et souvent supérieure à celle du carbonate de chaux, ce qui dénote dans ces combustibles la présence de la dolomie accompagnée d'un excès de carbonate de magnésie.

Les différentes matières étrangères que nous venons d'énumérer sont intimement mêlées au combustible. D'après M. Berthier, le mélange intime du carbonate de chaux est assez rare dans la houille proprement dite, parce que les couches de combustible sont presque toujours intercalées dans les roches argileuses, même dans les terrains calcaires. Le carbonate de chaux, au lieu d'être intimement mélangé dans les houilles, s'y rencontre assez fréquemment en parties séparées, cristallines, ou en minces feuillets disposés entre les lames, ce qui n'est pas le cas pour le combustible englobé dans le basalte de Dellys.

La roche bitumineuse avec veines de combustible n° 8 renferme 0,6572 de matières terreuses formées d'argile, de peroxyde de fer et de carbonates de chaux, de magnésie et de fer. Les matières terreuses contiennent sur 100 parties 76 pour 100 de carbonates dans lesquels, pour 1 partie de carbonate de fer, il y a 1 partie de carbonate de magnésie et 3 parties de carbonate de chaux.

L'on sait que cette roche est adhérente à une veine de combustible pur, et, d'après M. Berthier, cette association d'une roche calcaire avec de la houille est un cas tout à fait exceptionnel. L'association du calcaire et du lignite est, au contraire, un fait très-fréquent, et nous en trouvons une preuve dans la composition des lignites du terrain tertiaire moyen de Dellys et de Tiziouzou.

Les matières terreuses du lignite brun friable du grès tertiaire de Dellys contiennent 45 pour 100 de carbonates de chaux, de magnésie et de fer, qui tous trois sont en proportion à peu près égales.

Les matières terreuses du lignite noir, friable, de la carrière de grès du sieur Galla à Dellys, contiennent 39 pour 100 de carbonates de chaux et de magnésie qui sont entre eux dans le rapport de 5 à 2.

Les grès tertiaires qui enclavent ces lignites contiennent 0,0927 à 0,1633 de carbonates de chaux, de magnésie et de fer. Tantôt ces carbonates sont en proportions à peu près égales, comme dans le lignite brun de Dellys, tantôt le carbonate de fer étant 1, le carbonate de magnésie est 3,11, le carbonate de chaux, 3,88; ainsi le carbonate de fer peut diminuer très-notablement, comme dans le lignite noir de la carrière du sieur Galla, qui n'en renferme pas.

Les grès tertiaires moyens de Tiziouzou contiennent 0,480 d'argile et 0,520 de carbonate terreux, dans lesquels le carbonate de fer étant 1, le carbonate de magnésie est 0,83, le carnate de chaux, 5,43.

Nous avons fait connaître dans un mémoire précédent la composition d'un calcaire hydraulique du terrain tertiaire moyen de Tiziouzou. Cette roche renferme 3,833 de carbonate terreux dans lesquels le carbonate de fer étant 1, le carbonate de magnésie est 6 et le carbonate de chaux, 9,3.

Ainsi les roches des terrains tertiaires moyens de Dellys et de Tiziouzou renferment des quantités très-notables de carbonates de chaux, de magnésie et de fer. Il y a parmi elles des calcaires dolomitiques et ferrugineux qu'on exploite à Tiziouzou pour faire de la chaux hydraulique. A la pointe du cap Bengut, il y a, au milieu des grès à indices de lignite, une couche de calcaire argileux de $0^{m}20$ d'épaisseur contenant 25 pour 100 d'acide carbonique.

La roche calcaire bitumineuse n° 8, page 655, a une grande analogie de composition avec la partie calcaire des grès tertiaires de Dellys et de Tiziouzou et avec les roches calcaires tertiaires des mêmes localités, et dès lors elle peut appartenir au terrain tertiaire moyen. Les matières terreuses des échantillons de houille grasse, n°s 2 à 7, se rapprochent également par leur richesse en carbonate de chaux et de magnésie des matières terreuses contenues dans le lignite brun ou noir du terrain tertiaire moyen de Dellys. Aussi, en tenant compte de

la composition particulière des matières terreuses intimement mélangées au combustible englobé dans le basalte de Dellys, on est conduit à rapprocher ce combustible du lignite contenu dans le terrain tertiaire moyen, et à expliquer les différences de propriétés chimique et physique de ces deux espèces de combustibles par l'action que la roche éruptive aura exercée sur les fragments de lignite qu'elle a englobés. Cette action n'est pas du reste un fait nouveau dans les annales de la géologie. Le mont Meissner en offre un exemple bien remarquable. D'après M. Delesse (*Études sur le métamorphisme, Annales des mines*, 4e livraison de 1857), on exploite au mont Meissner une couche de lignite de 6 à 30 mètres de puissance. Par-dessus, se trouve constamment une argile plastique qui forme une couche dont l'épaisseur varie de 0m15 à 1m70. Enfin le tout est recouvert par un énorme amas de roches basaltiques dont l'épaisseur atteint près de 200 mètres.

Dans sa partie supérieure, le lignite a subi des métamorphoses, qui sont de plus en plus faibles, à mesure qu'on s'éloigne du basalte, et, à une certaine distance, il est d'ailleurs à l'état normal.

A 100°, le lignite jayet de Meissner dégage 0,0907 d'eau et l'anthracite 0,0363. A 100°, la variété grasse du basalte de Dellys dégage 0,0300 à 0,0450 d'eau et le lignite tertiaire de Dellys en dégage 0,1000 à 0,1370.

On voit par là qu'il y a beaucoup d'analogie entre les diverses variétés de combustible tertiaire du mont Meissner et les diverses variétés qu'on trouve à Dellys, soit dans le terrain tertiaire, soit dans la roche éruptive. Le lignite du Meissner a pris la structure prismatique ; il est changé en anthracite, dans la partie la plus rapprochée du basalte ; à mesure qu'il s'en éloigne, il se transforme successivement en houille sèche, puis en jayet ou en lignite compacte, et enfin la partie la plus éloignée du basalte est restée à l'état normal. Rien ne s'oppose dès lors à ce que le lignite tertiaire de Dellys ait subi les mêmes transformations, en se trouvant emprisonné au milieu de la roche basaltique ou trappéenne.

On ne doit pas s'étonner de ne pas avoir trouvé de fragments de coke dans cette dernière roche. Les nombreuses observations faites sur le métamorphisme opéré par le contact des roches trappéennes et basaltiques, rapportées par M. Delesse dans le mémoire déjà cité, montrent que ces roches, lors de leur apparition au jour, avaient parfois une température infé-

terrains les plus anciens jusque dans les terrains tertiaires les plus récents. Ainsi, pendant le dépôt d'un terrain neptunien d'une période quelconque, il y avait des granites déjà émergés, dont les débris ont pu s'accumuler au fond des mers dans lesquelles se déposaient des couches régulièrement stratifiées. Tous les terrains plus ou moins anciens constituant les continents ont contribué également à la formation de ces couches.

On pourra donc trouver dans les terrains stratifiés de n'importe quel âge des débris de roches cristallines. Il y en a dans les terrains houillers, aussi bien que dans les terrains quaternaires et les terrains d'alluvions. Les terrains tertiaires moyens de Dellys et de Tiziouzou sont très-riches en débris de roches cristallines, parce qu'ils ont été formés en partie aux dépens de roches de cette nature, qui sont très-développées dans la Kabylie. En beaucoup de points on voit le contact immédiat du terrain tertiaire moyen et des terrains cristallins en place, dont les débris se retrouvent dans le terrain tertiaire; et l'observation de l'inclinaison des couches montre que de nouvelles révolutions géologiques ont affecté et soulevé simultanément les terrains cristallins et tertiaires postérieurement au dépôt de ces derniers. Du reste, le terrain tertiaire moyen n'est pas exclusivement formé de débris de roches cristallines; on y trouve aussi, à Dellys même, des blocs roulés de grès et de calcaire arrachés au terrain nummulitique (terrain tertiaire inférieur). Nous avons signalé dans le poudingue tertiaire de l'Oued-Haouadja, à 36 kilomètres S. O. de Dellys, des blocs roulés de calcaire pétri de Nummulites. Divers fossiles caractéristiques du terrain tertiaire moyen (*Flabellum extensum*, *Dentalium*, *Scutella*, *Ostrea crassissima*) se montrent en place dans les roches tertiaires de Tiziouzou, d'Azib-Zamoun, d'Oued-Tamdiret...

Les caractères stratigraphiques, pétrologiques et conchyologiques concordent tous pour faire classer les grès de Dellys dans le terrain tertiaire moyen, et non pas dans le terrain houiller.

Il faudra donc rechercher le terrain houiller au-dessous du grès tertiaire de Dellys, dont l'épaisseur peut être déjà très-considérable; car, au pied du Tamgout des Beni-Koufi, elle atteint près de 1,000 mètres, et au S. de Boghar l'épaisseur de la formation tertiaire dépasse 4,000 mètres.

Or, rien ne démontre que le terrain houiller existe réellement sous la verticale de Dellys. Le terrain tertiaire y repose directement sur le terrain nummulitique qu'il faudra également

traverser sur une épaisseur qui peut être considérable. Au-dessous, le terrain crétacé qui est si répandu dans toute l'Algérie existe probablement encore, et nous en avons signalé un affleurement au pied du Tamgout des Beni-Koufi sous le terrain nummulitique. Plus bas encore, on trouvera peut-être le terrain jurassique, car il se montre dans le massif de l'Ouarencenis.

Le grand développement du terrain crétacé, dans toute l'Algérie, nous cache presque partout les terrains plus anciens qu'il recouvre; mais d'après les observations faites par M. Coquand, dans la province de Constantine, on sait que l'étage du trias, qui est inférieur au terrain jurassique, existe dans cette région.

Cette énumération suffit pour démontrer que la recherche du terrain houiller par un sondage vertical qu'on entreprendrait aux environs de Dellys pourrait être arrêtée dès les premiers pas, à cause de la grande profondeur que ce sondage devrait atteindre; ce travail serait inexécutable par les moyens qui sont actuellement à la disposition de l'industrie.

Admettons cependant que le terrain houiller existe réellement sous le sol aux environs de Dellys, et qu'il ait fourni les fragments de combustible trouvés dans le basalte. Outre la difficulté matérielle de l'atteindre par un sondage, à cause de la grande profondeur à laquelle se trouve sans doute le gîte de houille, on ne pourra rien préciser sur le point où il serait convenable de placer le sondage. En effet, quoique les roches éruptives constituent dans le cercle de Dellys des masses plus ou moins considérables et isolées les unes des autres, on n'a encore trouvé de combustible qu'en un seul point, auprès du cap Bengut. Or, le jet éruptif qui a porté au jour les fragments de combustible peut venir d'un point quelconque de l'horizon, soit du côté de la terre ferme, soit du côté de la mer. Dès lors on peut exécuter un très-grand nombre de sondages qui seront inutiles par suite du mauvais emplacement qui aura été choisi pour l'ouverture du trou de sonde.

L'hypothèse que le combustible trouvé dans le basalte de Dellys provient du terrain houiller est, au reste, complétement gratuite.

Dans les explorations géologiques que nous avons faites entre Dellys et le Djurjura, nous n'avons vu affleurer nulle part le terrain houiller proprement dit, et, si ce terrain existait sous Dellys, il nous paraît probable que nous l'aurions vu affleurer

en Kabylie ou sur le Djurjura, à cause des redressements considérables que montrent les couches stratifiées autour de ce massif montagneux. Nos recherches à cet égard n'ont été que trop vaines, et nous le regrettons bien vivement.

Nous ferons observer en outre que d'autres terrains que le terrain houiller renferment de la houille. On en a signalé dans le terrain jurassique, dans le terrain crétacé et même dans le terrain tertiaire; seulement, ce sont des gîtes exceptionnels, et l'on ne peut entreprendre des recherches par des sondages verticaux sur les gîtes de cette nature, que lorsqu'on y a reconnu des affleurements réguliers, plongeant dans des directions bien déterminées. Dans le terrain houiller lui-même, bien caractérisé par ses fossiles végétaux et animaux, les recherches par sondages verticaux dans des couches peu dérangées de l'horizontale sont toujours logiques, parce que la houille est une des roches constitutives essentielles du terrain houiller, et que dès lors il y a grande probabilité qu'on la trouvera en profondeur, bien qu'on ne l'observe pas dans les couches plus superficielles.

Or, à Dellys, on ne voit affleurer le terrain houiller nulle part; on ne le voit pas davantage dans un grand rayon autour de Dellys, même dans les régions où les couches fortement redressées permettent de porter un œil investigateur dans le cœur même des formations stratifiées de divers âges. Aller à la recherche du terrain houiller d'après des indications aussi vagues que celles qu'on a pu recueillir jusqu'à ce jour serait un acte que rien ne justifie *à priori*, et qui probablement conduirait à un insuccès.

Mais, dira-t-on, si le combustible du basalte de Dellys n'a pas été arraché au terrain houiller lui-même, il n'en est pas moins un combustible de très-bonne qualité, susceptible de servir comme la houille à tous les usages industriels, et ce serait rendre un bienfait immense à l'Algérie, si l'on pouvait en découvrir un gîte considérable, facilement accessible à nos moyens d'exploitation; ceci est incontestable. Voyons seulement si cette hypothèse s'accorde avec les faits qui ont été observés jusqu'à ce jour. Or, d'après tous ces faits, il est probable que ce combustible n'est autre chose que du lignite tertiaire modifié par son contact avec la roche trappéenne qui l'englobe. Des modifications semblables se sont présentées en d'autres lieux, et notamment au mont Meissner.

La composition des matières terreuses renfermées dans le

combustible du basalte de Dellys est à peu près la même que celle des grès et des calcaires tertiaires de Dellys et de Tizioouzou. Ce sont des faits positifs qui viennent à l'appui de notre opinion; celle-ci n'est donc plus une hypothèse tout à fait gratuite, comme celle qui fait provenir les combustibles englobés dans le basalte de Dellys du terrain houiller proprement dit.

Dans ce nouvel ordre d'idées, ce combustible appartiendrait au terrain tertiaire moyen, et cela ne saurait être extraordinaire, parce que les grès tertiaires de Dellys renferment eux-mêmes des indices de lignite, qu'ils ont été traversés en certains endroits par des roches trappéennes, et qu'en d'autres points celles-ci ont formé des nappes régulières associées en stratification concordante aux grès tertiaires eux-mêmes. On doit se demander maintenant quelles sont la puissance, l'étendue et la position topographiques du gîte de lignite tertiaire dont les débris se retrouvent dans le basalte. En répétant le raisonnement déjà fait plus haut, un seul jet éruptif ayant amené au jour ces débris de lignite et pouvant venir d'un point quelconque de l'horizon, on ne peut rien dire sur l'étendue et la position topographique du gîte de lignite; en outre, les fragments de lignite trouvés dans le basalte n'ayant pas plus de $0^{m},04$ d'épaisseur et étant en définitive très-peu nombreux, car jusqu'à ce jour on n'en a pas trouvé en tout plus d'un décalitre, il est probable que le gîte de lignite a peu de puissance et qu'il est comparable aux plaquettes fort minces que l'on trouve dans les grès tertiaires de Dellys, de Tiziouzou et du cap Matifou.

On ne doit donc pas se dissimuler que les chances de découvrir, par un sondage vertical, dans le terrain tertiaire moyen de Dellys, un gîte de combustible utilement exploitable, sont bien minimes. On en a encore une nouvelle preuve dans l'étude des roches tertiaires redressées verticalement sur la croupe rocheuse de Dellys. En suivant le littoral, on passe successivement en revue une très-grande partie des couches tertiaires, bien mieux qu'on ne le ferait par un sondage vertical traversant les mêmes couches supposées horizontales. Or, dans toutes ces couches de grès et marnes, nulle part il n'y a de traces d'une couche régulière de combustible, quelque minime qu'elle fût. Le lignite se présente toujours par nodules, veines et plaquettes isolés, comme à Tiziouzou, au cap Matifou, à Ténès.

Un sondage vertical n'en apprendra probablement pas plus que l'examen de cette coupe naturelle, et, puisqu'on ne trouve nulle part aux environs de Dellys un affleurement régulier de

couche véritable de lignite plongeant dans une direction déterminée, il nous paraît difficile que des recherches par sondages verticaux puissent amener de bons résultats.

Ainsi, dans tous les cas, soit que les fragments de combustible englobés dans le basalte de Dellys proviennent d'une véritable couche de houille (ce qui est très-peu probable), soit qu'ils proviennent d'une simple lentille de lignite tertiaire entraînée par le basalte (hypothèse beaucoup plus probable que la précédente), on voit que les chances de succès de trouver ce dépôt de combustible au moyen de sondages verticaux sont très-minimes, et qu'une compagnie qui entreprendrait des sondages de cette nature doit s'attendre à des mécomptes de toute espèce et sera exposée à engloutir en pure perte des sommes très-considérables.

Terrain quaternaire. — A partir de l'Oued-el-Houmara, qui limite à l'ouest le massif basaltique du cap Djinet, il y a, le long de la rive droite de l'Isser, un cordon diluvien dont le sol est argilo-sableux et découpé par des ravins de 5 à 6 mètres de profondeur. Le pied en est recouvert par le plateau alluvien qui longe les deux rives de l'Isser.

Sur le plateau quaternaire de Sidi-Foukani on remarque de gros blocs roulés de basalte gris foncé et de pétro-silex rose. Il y a aussi de petits cailloux de quartz blanc opaque et des galets de quartzite gris de la grosseur du poing. Tous ces débris roulés sont disséminés dans une gangue argileuse brune ou rougeâtre, et cette dernière couleur domine souvent. C'est à la décomposition du pétro-silex qu'on doit attribuer sans doute la présence de la potasse dans les eaux de Sidi-Foukani. Cette base est très-rare dans les eaux de l'Algérie.

Entre l'embouchure de l'Oued-Isser et celle de l'Oued-Sebaou il y a sur le bord de la mer un cordon littoral presque continu formé par un plateau de terrain quaternaire. Sa ligne de crête est de 10 à 12 mètres au-dessus d'un plateau inférieur qui semble n'être qu'une laisse de mer. Le terrain quaternaire se compose d'assises plus ou moins épaisses et sensiblement horizontales de sables quartzeux micacés, cimentés par une pâte argilo-ferrugineuse rougeâtre, formant une sorte de grès qui s'égrène facilement entre les doigts. On y remarque disséminés de nombreux galets bien arrondis de quartz blanc laiteux, quelques galets de micaschiste, de gneiss, de grès rougeâtre, de quartzite. Il renferme aussi quelques galets de ba-

salte, et il recouvre lui-même le basalte qui affleure en une bande étroite, au pied de l'escarpement nord du diluvium, sur une certaine étendue. C'est ce qu'indique la coupe suivante, menée du N. O. au S. E., à 4 kilomètres O. de l'embouchure du Sebaou.

S. E. N. O.

A Alluvion. TT Terrain tertiaire moyen.
TQ Terrain quaternaire. B Basalte.

L'Oued-Sebaou, dont le bassin géographique est si considérable, remonte au S. E. jusqu'aux cimes du Djurjura et présente le long de ses bords de nombreux témoins de la période diluvienne. Nous signalerons un plateau quaternaire au camp de Sikh-ou-Meddour, situé au confluent de l'Oued-Aïssi et de l'Oued-Sebaou.

On trouve des plateaux semblables :

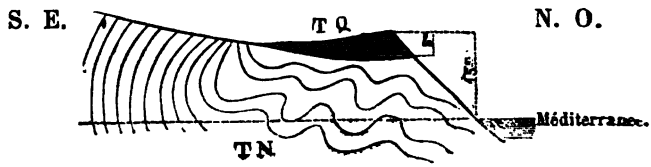
1° Sur la rive droite de l'Oued-Sebaou, au débouché de la route carrossable d'Azib-Zamoun à Dellys ;

2° Sur la rive gauche de la rivière, auprès de Souk-et-Tnin, à 20 kilomètres sud de l'embouchure ;

3° Auprès de cette embouchure. Là on remarque sur la rive droite un plateau incliné vers la mer et formé de détritus de roches tertiaires noyés dans de la terre rouge. Un terrain stratifié de 10 mètres de hauteur sur 25 mètres de largeur à la base indique le niveau que ces détritus atteignaient autrefois.

Le terrain quaternaire est représenté à Dellys par une carrière de terre rouge argileuse que l'on emploie dans la fabrication des mortiers. A l'est de Dellys il se montre de loin en loin sur le rivage de la mer en lambeaux isolés composés de couches de poudingue plongeant très-légèrement vers le nord. Les plateaux qui en résultent sont coupés d'une manière abrupte du côté du rivage, et leurs corniches s'élèvent à 15 ou 20 mètres au-dessus du niveau des eaux. On trouve, au milieu de ces poudingues récents, quelques coquilles marines (*Pecten*, moule) identiques avec celles qui vivent actuellement dans la Méditer-

ranée. Ses couches reposent en stratification discordante sur celles du terrain nummulitique. On en trouve un bon exemple dans la coupe suivante, prise sur la pointe rocheuse qui abrite la petite rade des ruines romaines de Tagsebt.



TQ Terrain quaternaire. TN Terrain nummulitique.

Les grès sableux quaternaires en assises sensiblement horizontales forment une calotte de 5 mètres d'épaisseur au-dessus des assises tourmentées du terrain nummulitique. Celles-ci se composent de marnes schisteuses grises, ondulées, contenant des plaques minces de calcaire gris compacte ou cristallin.

Le Secrétaire communique la note suivante de M. Péron sur la géologie de la Corse.

Observations sur le terrain tertiaire du sud de la Corse à propos de la note de M. Tabariès de Grandsaignes sur la géologie de cette île; par M. A. Péron.

A la suite d'un voyage dans l'île de Corse, notre confrère, M. Tabariès de Grandsaignes, vient de publier dans le *Bulletin* de la Société un aperçu général de la géologie de cette île. Pour quiconque connaît la Corse, il devient évident que, pour un aussi court espace de temps, cet observateur a beaucoup vu et bien vu. On conçoit néanmoins qu'il lui a été impossible, dans un examen aussi rapide, d'étudier à fond toutes les questions qu'il soulève, et par conséquent d'être toujours dans le vrai dans toutes ses assertions. Un séjour de dix-huit mois en Corse m'a permis de faire sur certains points des études plus approfondies. Sur certaines questions que je considère comme très-importantes pour la géologie du pays, je me trouve avec

M. Tabariès dans un désaccord tel que je crois devoir présenter dès maintenant quelques observations, quoique j'aie le projet de publier un mémoire sur la géologie du sud de la Corse.

Les assertions qui, dans l'aperçu de M. Tabariès de Grandsaignes, ne me paraissent pas exactes, sont celles qui ont rapport au terrain miocène des environs de Bonifacio. Tout d'abord, ce géologue, n'ayant pu reconnaître l'ensemble du terrain, a méconnu sa disposition et a été amené pour sa puissance à une évaluation très-éloignée de la réalité. Partant de cette croyance, que les couches miocènes, sous Bonifacio, sont horizontales, et supposant, d'après la composition toute granitique des couches qui forment le bas de la falaise, que le granite doit être tout près de ces dernières, notre confrère arrive, d'après la hauteur de la falaise, à estimer à 70 mètres environ la puissance du terrain miocène de Bonifacio. La réalité est que cette série d'assises qui forme la falaise à l'escalier du roi d'Aragon, où M. Tabariès l'a examinée, ne compose que la partie supérieure de l'étage. Tout cet autre ensemble de couches qui, à Bolistro, à Capo-Bianco dans le golfe de Santa-Manza, à Calafinmara, sur la côte qui fait face à la Sardaigne, etc., contiennent tant et de si beaux fossiles, et en particulier des échinides, tout cet ensemble, dis-je, est inférieur à la mollasse de Bonifacio.

Les couches de ces terrains, en effet, ne sont pas horizontales, comme a pu le croire notre confrère, d'après l'examen de quelques portions disloquées et isolées ; l'ensemble, au contraire, plonge assez uniformément du nord-est au sud-ouest ; c'est donc par conséquent en remontant cette direction que les explorateurs doivent chercher les couches qui forment la base de l'étage.

La vérification de ce fait est facile. Sans entrer dans de grands détails, je puis en quelques mots indiquer la marche à suivre aux voyageurs qui visiteront ces parages. Si, partant de cet escalier du roi d'Aragon, qui permet de descendre au pied de la falaise, en dessous même de Bonifacio, nous prenons pour point de repère cette couche de mollasse granitique à gros grains, à dents de poisson, qui a attiré l'attention de M. Tabariès, il nous sera facile, en suivant la falaise, soit sur les rochers, soit en barque, de voir que cette couche, à l'ouest de l'escalier, s'abaisse de plus en plus et finit par disparaître sous l'eau à 60 mètres environ à l'ouest de la grotte Saint-Barthélemy. A

l'est de l'escalier, au contraire, cette couche s'élève de plus en plus au-dessus du niveau de la mer, et l'on voit d'autres puissantes couches de mollasse émerger successivement. La couche que nous prenons pour repère est toujours assez facile à distinguer de celles-là. Les fossiles y sont bien plus abondants et certains d'entre eux, tels que l'*Echinolampas scutiformis*, les radioles et plaquettes de *Cidaris avenionensis*, suffisent pour la bien caractériser. Les dents de poisson se rencontrent aussi presque exclusivement dans cette même couche. Dans les endroits où elle est plus friable, on peut recueillir assez abondamment des dents de *Lamna*, d'*Otodus* et de *Spherodus*, et également, mais en moins grande quantité, celles du *Carcharodon auriculatus* et de l'*Hemipristis serra*. A l'escalier du roi d'Aragon cette zone fossilifère se trouve à 5 mètres de hauteur au-dessus de l'eau; à moitié chemin entre ce point et le cap Pertusato elle est déjà à 30 mètres de hauteur, et à la falaise au-dessous du phare elle se trouve à 50 mètres. Si enfin nous continuons à suivre la falaise au delà de ce point, nous voyons, près de la petite fontaine de Calafinmara, aux couches de mollasse plus ou moins grossière succéder des assises de calcaire fin, puis des marnes très-argileuses, puis des sables qui se terminent enfin par un calcaire très-grossier, caverneux, lequel repose sur le granite et en nivelle les inégalités. C'est dans ce dernier ensemble de couches que gisent les beaux fossiles; c'est donc de ce côté que les amateurs de beaux échantillons doivent porter leurs pas.

En résumé, des différentes mesures que j'ai pu prendre il résulte que la puissance totale de l'étage miocène, aux environs de Bonifacio, doit être évaluée à 150 mètres au moins, et non à 70 mètres, comme l'a supposé notre confrère.

Il est maintenant une autre question, plus importante encore à certains points de vue, au sujet de laquelle je ne puis admettre les idées émises par M. Tabariès de Grandsaignes. Je veux parler de l'origine de la grotte Saint-Barthélemy et de celle du lac d'eau douce qu'on y trouve. Pour bien faire comprendre ma pensée, je suis obligé d'entrer dans quelques détails, mais je me bornerai à ceux qui sont strictement indispensables. Bonifacio, comme on le sait, est bâti sur une presqu'île calcaire, longue, étroite et bordée de tous les côtés par une falaise à pic, de plus de 60 mètres de hauteur. Vers les deux tiers environ de cette presqu'île, au niveau de la mer, se trouve une petite grotte perpendiculaire à la côte, au fond de laquelle

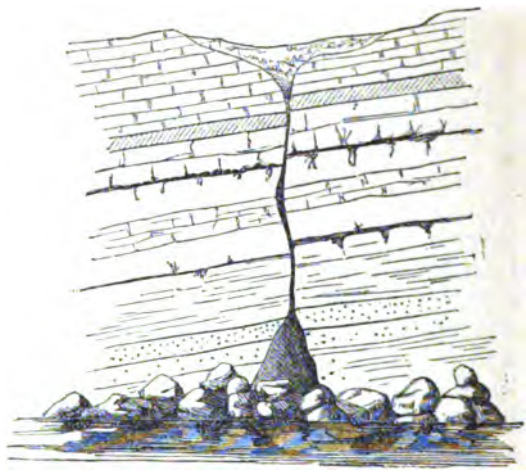
s'étend une petite nappe d'eau douce. L'eau étant très-rare à Bonifacio, et la citadelle, dont les terrains s'étendent au-dessus de la grotte, n'étant elle-même alimentée que par des citernes, le génie militaire a eu l'idée d'utiliser cette nappe d'eau en creusant à travers les couches calcaires un puits qui permît l'accès de la grotte. Ce puits a été creusé en effet. C'est un grand travail et une des curiosités de Bonifacio. Tous les touristes qui parcourent ce pays ne manquent pas de le visiter, et chacun d'eux naturellement émet une opinion sur l'origine et l'extension de cette nappe d'eau douce si singulièrement placée entre les deux mers au milieu de couches calcaires très-résistantes. Un grand nombre d'opinions très-contradictoires ont été ainsi émises, et quelques-unes ont eu pour résultat de faire croire dans Bonifacio à l'existence d'un grand lac souterrain qui s'étendrait sous toute la ville.

Notre confrère, M. Tabariès, suppose que la grotte Saint-Barthélemy n'est pas due à l'action érosive des eaux de la mer, mais bien à celle d'un courant souterrain, et il croit que l'amas d'eau douce est le produit du déversement d'un cours d'eau intérieur beaucoup plus que des quelques infiltrations qui suintent du haut de la voûte (1). Cette opinion ne me paraît pas supporter un examen un peu approfondi.

La presqu'île calcaire qui porte Bonifacio est cassée en plusieurs endroits, et les failles qui en résultent, toutes parallèles et dirigées du nord-ouest au sud-est, coupent cette presqu'île dans toute sa largeur. A chacune de ces failles correspond un petit étranglement dans la largeur de la presqu'île, en même temps qu'une cavité au bas de la falaise dans la partie battue par les flots. La partie extérieure de ces falaises est surtout exposée à l'action de la mer; aussi les affouillements sont-ils très-nombreux dans cette partie, et on est sûr d'en trouver toutes les fois qu'une couche un peu friable est exposée aux chocs des vagues. Dans la presqu'île, ces affouillements sont particulièrement profonds aux quelques endroits où se montrent les failles. Le trou Saint-Barthélemy est précisément placé dans le bas de la première de ces failles. Si, sortant de la grotte par l'ouverture qui donne sur la mer, on gagne à quelque distance les blocs de rochers d'où l'on peut voir l'ensemble de la falaise, ce fait ne laisse plus aucun doute. Ainsi que le montre

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, t. XXV.

l'élévation ci-dessous, prise du point que j'indique, la netteté



des strates et les caractères particuliers à chacune d'elles permettent de constater la hauteur du dénivellement.

De plus, il n'y a pas eu simple dénivellement, il y a eu encore un léger ploiement qui a fait baisser l'extrémité supérieure de la faille et a comprimé et broyé les couches inférieures. La mer a donc eu toute facilité, en battant cette muraille, à se frayer et à agrandir un chemin déjà si bien amorcé. A l'époque actuelle, à la vérité, la mer n'atteint plus ce point de la falaise, mais c'est en raison même de sa propre action, puisque ce ne sont que les débris et les blocs éboulés qui protégent la grotte.

Le trou Saint-Barthélemy doit donc son existence purement et simplement à l'action de la mer, comme tous les autres qui, le long de la côte, sont en voie de formation plus ou moins avancée. Il se prolonge constamment dans la direction de la faille et peut-être traverse-t-il toute la presqu'île, car, dans le port même de Bonifacio, on peut voir à l'extrémité de cette même faille une cavité qui paraît être le prolongement de la grotte.

Le puits du génie militaire a été creusé dans le plan même de la faille, presque vers le milieu de la presqu'île. C'est cette raison même qui a rendu le forage si facile; car, souvent, au lieu de rencontrer une roche dure et résistante comme on le

croyait, on trouvait des amas de matières meubles et détritiques dont l'enlèvement était facile. C'est en raison encore de cette même circonstance qu'on a eu à déplorer des accidents dus à des éboulements qui n'auraient sans doute pas eu lieu si le puits eût été constamment foré en pleine roche.

Telle est, selon moi, l'origine de la grotte. Quant à celle de la nappe d'eau douce, elle est due aux mêmes circonstances, et il n'est aucunement besoin de faire intervenir pour l'expliquer ni un lac ni un cours d'eau intérieur.

J'ai dit plus haut que toutes ces couches qui forment la falaise étaient inclinées du nord-est au sud-ouest. Plusieurs d'entre elles sont perméables, et, comme elles viennent successivement affleurer dans ces plateaux qui s'étendent à l'est de Bonifacio, elles s'y imbibent non-seulement des eaux fluviatiles, mais de l'eau des sources et des ruisseaux qui les traversent. Ces eaux emprisonnées entre les couches suivent leurs pentes, arrêtées qu'elles sont par quelques assises imperméables. Ces faits, quand on examine la falaise sur un certain espace, deviennent évidents. Certaines couches résistantes et qui forment corniche sont couvertes de stalactites, et les suintements y sont si abondants que des vols nombreux de ramiers et d'autres oiseaux voyageurs peuvent constamment s'y désaltérer. Une grande quantité d'eau descend donc évidemment dans le massif calcaire qui forme la presqu'île, et là trouvant, grâce à la faille Saint-Barthélemy, un chemin plus facile, elle descend à travers les matières détritiques et le long des parois de la faille pour venir former la petite nappe d'eau qui garnit le fond de la grotte. Quant à cette nappe elle-même, il est difficile de s'assurer de son importance, car elle s'étend dans une direction où l'abaissement de la voûte ne permet pas de pénétrer. Des expériences d'épuisement qui ont été faites permettent de croire le volume d'eau assez considérable; mais, quel qu'il soit, les suintements des parois, qui sont beaucoup plus abondants que ne l'a cru notre collègue, me paraissent suffisants pour l'alimenter. Du reste, pour cette question, il y a lieu encore de tenir compte d'un autre phénomène. Le petit bassin d'eau douce, qui est situé à 40 ou 50 mètres du rivage, est sensiblement au même niveau que celui de la mer. Grâce à la faille et à la perméabilité des terrains qui la remplissent, aussi bien au-dessous qu'au-dessus du niveau de la mer, il y a une communication entre le lac et la mer, communication très-faible à la vérité, mais suffisante pour maintenir l'eau du lac à son niveau. La preuve en est, que cette eau du

lac est toujours un peu saumâtre, que cette salure augmente dans les temps de sécheresse, et enfin qu'elle a beaucoup augmenté quand on a essayé de tarir le bassin.

Telles sont les quelques observations que je désirais présenter sur ces questions controversées. J'aurais à en présenter d'analogues pour un grand nombre d'accidents de la côte, tels que le chenal étroit qui traverse le cap Percé (*capo Pertusato*), la grande grotte de Sdragonato sur la côte ouest, la baie de Cayenna, les îles Fazzio, le port même de Bonifacio, car, dans ce terrain, tout accident topographique est la conséquence et la traduction d'un accident géologique, mais je réserve ces détails pour l'étude que je prépare sur les environs de Bonifacio.

En terminant cette petite note qui s'adresse particulièrement aux voyageurs qui visiteront la Corse, je crois devoir leur adresser une recommandation. Il existe sur le territoire de Ponte-Leccia, entre Corte et Bastia, une grotte des plus curieuses et fort peu connue. Cette grotte est située à l'ouest du village dans ce massif de calcaire métamorphique où se trouvent les mines de cuivre pyriteux et les carrières de marbre exploitées par M. Palazzi de l'île Rousse. L'accès de ces grottes est difficile, un peu dangereux même, mais combien est récompensé le voyageur qui se décide à descendre dans ces cavités dont beaucoup de parties sont encore à explorer!

M. Tombeck fait la communication suivante sur l'infra-lias de Chalindrey.

Note sur l'infra-lias de Chalindrey (Haute-Marne); par M. Tombeck.

Un des gisements les plus remarquables de l'infra-lias, non-seulement à cause de la magnifique conservation des fossiles qu'on y recueille abondamment, mais parce qu'on peut y observer nettement le contact des dernières couches du lias avec les grès infra-liasiques, c'est celui que présentent les carrières de Chalindrey (Haute-Marne). J'ai donc cru intéressant de faire connaître une localité que beaucoup de géologues ont visitée dans ces derniers temps, mais que personne n'a encore décrite, que je sache.

Le tunnel de Culmont, voisin de la gare de Chalindrey, est

ouvert dans les marnes et calcaires marneux du lias moyen; la gare elle-même est construite sur ces marnes, qui y forment une butte de plus de 50 mètres d'élévation. Mais, par l'effet d'une faille qui traverse la gare, à quelques pas, on trouve à la surface du sol les calcaires à Gryphées arquées. Aussi, lorsqu'on suit la route qui mène de la gare au village de Torcenay, on rencontre d'abord, à sa droite, des carrières ouvertes dans le calcaire à Gryphées; puis, à peu de distance, la route descend dans un vallon profond, au fond duquel coule un petit ruisseau, et sur lequel est jeté le viaduc du chemin de fer. C'est de part et d'autre de ce vallon que se trouvent les carrières ouvertes pour l'exploitation des grès infra-liasiques, et qui font l'objet de cette note.

La coupe à peu près constante que l'on peut relever dans ces carrières est la suivante :

A.	Calcaires bleuâtres, altérés par places et pétris de Gryphées arquées..... 1 m. à	$1^m,50$
B.	Calcaires bleuâtres assez semblables aux premiers, mais moins altérés et sableux par endroits, avec de nombreuses Cardinies.....	1 ,00
C.	Calcaire roux sans fossiles.....	0 ,30
D.	Marnes jaunâtres avec nodules calcaires.....	0 ,50
E.	Grès ferrugineux à *Avicula contorta*.....	0 ,10
F.	Grès blanc ou jaunâtre.....	4 ,00

La couche A est évidemment la base du lias inférieur. Ses caractères sont ceux que présente ce niveau à peu près partout. Seulement, l'action des agents atmosphériques en a mis souvent les fossiles en liberté, et l'on peut y recueillir en abondance l'*Ammonites bisulcatus*, le *Belemnites acutus*, la *Spiriferina Walcotti*, la *Gryphæa arcuata*, etc.

La couche B, avec ses Cardinies, représente exactement ce qu'on appelle la zone à *Ammonites angulatus*, telle qu'elle se présente aux environs de Semur, à Autun, etc. Seulement elle a, à Chalindrey, un développement beaucoup moindre. Quand cette couche devient sableuse, ses nombreux fossiles se trouvent tout dégagés et se présentent alors avec un degré remarquable de conservation.

Les principaux fossiles que j'ai recueillis à ce niveau sont :

Ammonites angulatus.	— *Johnsteni.*
— *Burgundiæ.*	— *tortilis.*

— *liasicus.*
— *Moreanus.*
— *planorbis.*
— (deux autres espèces).
Nautilus anglicus.
Pleurotomaria principalis.
— *anglica.*
— *cæpa.*
— *rotellæformis.*
Cerithium Quinetteum.
Littorina clathrata.
Chemnitzia Vesta.
Trochus sinistrorsus.
Cardinia Listeri.
— *gigantea.*
— *sinemuriensis.*
— (sept autres espèces).
Myoconcha (deux espèces).
Unicardium cardioides.
Astarte (au moins trois espèces).
Arca (deux espèces).
Pinna (deux espèces).
Lima Hartmanni.
Lima (quatre autres espèces).
Mytilus (deux espèces).
Ostrea irregularis?
Montlivaltia (cinq espèces).
Isastræa, etc.

La couche C ne présente aucune espèce de fossiles. Néanmoins, sa position au-dessous de la couche B permet d'y voir, jusqu'à nouvel ordre, le représentant des couches désignées par Oppel sous le nom de zone à *Ammonites planorbis*, et qui, aux environs de Lyon, comme à Autun, sont caractérisées par le *Pecten lugdunensis* et le *Diadema seriale*.

La couche D, peu épaisse à Chalindrey, prend dans d'autres localités un développement considérable. A Parnot, à Provenchères (Haute-Marne), etc., les quelques décimètres de marnes jaunes de ce niveau sont remplacés par 5 à 6 mètres de marnes bigarrées, qu'on pourrait prendre de prime-abord pour des marnes irisées. Cependant elles sont feuilletées par places, ce qui les distingue des vraies marnes irisées, qui ne présentent jamais de trace de stratification.

Les marnes de ce niveau ne renferment pas de fossiles à Chalindrey, mais les nodules qui y sont intercalés forment parfois à leur base un lit continu de calcaire siliceux et lacuneux, contenant des cailloux roulés de quartz, et qui se lie intimement aux couches inférieures. C'est ce qu'on a appelé ailleurs le *Bone-bed;* on y trouve des dents de sauriens, des vertèbres, etc. Ce banc, de même que les marnes, est bien plus développé à Provenchères, où les débris de sauriens et de poissons abondent au milieu des galets de quartz. On voit dans le musée de Langres une patte admirablement conservée de saurien, qui a été trouvée à ce niveau dans les déblais du chemin de fer.

La couche E a l'aspect d'un grès ferrugineux se délitant en plaques minces. On y trouve des fossiles de très-belle conservation, dont les principaux sont :

Avicula contorta (très-rare).
Cardium cloacinum (Quenst).
Saxicava (*Cypricardia ?*) *sinemuriensis* (Mart.)
Myophoria.
Mytilus.

Enfin, la couche F, pour l'exploitation de laquelle les carrières de Chalindrey ont été ouvertes, se partage en bancs de 30 à 40 centimètres d'épaisseur. Sa surface est curieuse à étudier, parce qu'on peut y observer la trace de vagues anciennes, et, par places, des amas de tubes siliceux aplatis, qui sont sans doute des restes de végétaux marins.

Je n'ai rencontré dans ces grès, à Chalindrey, que des traces de *Mytilus* indéterminables. Mais, à Hortes, à peu de distance de là, on y trouve abondamment la *Discina Babeauana*, et à Saulxure de grands exemplaires de la *Gervillia inflata*.

Au-dessous de la couche F, à Chalindrey même, on trouve les marnes irisées proprement dites qui, entre Chalindrey et Bourbonne, se développent sur une grande épaisseur avec leurs dépôts accidentels ordinaires, *gypse*, *dolomies*, *grès*, etc.

En résumé, la couche A représente le lias inférieur, et les caractères minéralogiques, non moins que les fossiles communs, y rattachent incontestablement la couche B et probablement la couche C.

Quant aux couches D, E, F, qui viennent au-dessous, leur faune toute spéciale et qui, à Chalindrey, n'a rien de commun avec la vraie faune du lias, les variations que la couche D éprouve dans des localités peu distantes, et les cailloux roulés qu'elle renferme, montrent bien qu'on ne peut songer à rapporter ces couches au lias. Je crois donc que l'étude des carrières de Chalindrey apporte un argument de plus à l'appui de cette opinion, accréditée déjà chez beaucoup de géologues, qui ferait, des grès inférieurs au lias, un étage spécial, l'étage Rhétien.

A la suite de la communication de M. Tombeck, M. Levallois fait remarquer la parfaite identité qui existe entre la série des couches de l'*infra-lias de Chalindrey*, que vient de tracer M. Tombeck, et la série correspondante en Lorraine, dont il a lui-même donné le détail dans un travail sur les *couches de jonction* (1).

Le trait de cette identité, qu'il importe surtout de mettre en

(1) *Bull.*, 2e série, t. XXI, p. 384.

saillie, c'est la présence, dans l'une comme dans l'autre contrée, de marnes ou d'argiles schistoïdes (rouges dans la Meurthe, bigarrées ou jaunes dans la Haute-Marne) qui sont intercalées entre le groupe des calcaires (C—B à *Ammonites angulatus*, — A à *Gryphæa arcuata*) et le groupe des grès (E à *Avicula contorta*—F), et qui, par conséquent, comme on l'avait démontré dans le travail cité (1), et comme le conclut à son tour M. Tombeck, ne permettent pas de confondre le groupe des calcaires, qui appartiennent incontestablement à l'étage du lias, avec le groupe des grès à *Avicula contorta* ou *Bone-bed*, que l'on distingue aujourd'hui sous le nom d'*étage Rhétien*.

Mais on aura en vain créé cette division nouvelle, si l'on continue (comme beaucoup le font encore) à employer à titre de synonymes les mots d'étage Rhétien et d'infra-lias. L'*infra-lias* est une chose; l'étage Rhétien, essentiellement composé dans l'Est du *grès dit infra-liasique*, en est néanmoins une autre, et ces deux choses, dans l'exemple de Chalindrey, sont séparées par les couches D. L'infra-lias, en effet, tel que l'a défini M. Leymerie, qui a introduit ce nom dans la science, ne descend pas au-dessous des couches appelées par lui *choin-bâtard* (la zone à *Ammonites planorbis*); il comprend exclusivement cette zone et la zone à *A. angulatus*, les couches C et B de Chalindrey.

En résumé, dit M. Levallois, il paraît nécessaire, si l'on veut s'entendre, d'accepter les synonymies suivantes, qui réservent toutes les questions pendantes :

Zone à *Gryphæa arcuata*.....	Lias inférieur.	Lias.
Zone à *Ammonites angulatus*...	Infra-lias.	
Zone à *A. planorbis*.....		
Argiles ou marnes, rouges ou bigarrées.		
Zone à *Avicula contorta*, *Bone-bed*, Grès dit infra-liasique, Arkose de M. Martin.....	Étage Rhétien.	
Marnes irisées ou Keuper.....		Trias.

M. Edm. Pellat signale aussi la ressemblance de la coupe de M. Tombeck avec celle d'Autun, où les couches sont seulement plus épaisses et les restes de sauriens plus abondants.

(1) Pages 389, 397 et 398, 401, 409, 439.

M. Léon Vaillant fait la communication suivante.

Note sur quelques objets Océaniens dont la matière paraît empruntée à des coquilles de la famille des Tridacnidées; par M. Léon Vaillant.

Les objets que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de la Société s'écartent un peu de ses études habituelles, mais ils se rattachent à une communication faite par notre collègue M. Damour il y a deux ans (1), et me paraissent à ce titre offrir quelque intérêt; d'ailleurs, l'étude de l'homme primitif rentre aujourd'hui de plein droit dans la géologie, et tout ce que nous pouvons apprendre sur l'industrie des peuplades sauvages est susceptible, à un moment donné, de jeter quelque jour sur cette question.

Ces différents instruments appartiennent à la collection de la Faculté des sciences de Montpellier, à laquelle ils ont été donnés par feu le contre-amiral Bérard.

Le premier est identique avec celui décrit par M. Damour dans la note citée plus haut; il a également la même provenance, car il porte l'étiquette : *Hache de l'île d'Oualan, archipel des Carolines, juin* 1824. Le tranchant est intact et ne paraît avoir jamais servi.

Les trois autres sont des bracelets dont voici les dimensions et les provenances :

1° Diamètre, $0^m,090$; hauteur, $0^m,042$ à $0^m,048$; épaisseur, $0^m,003$; poids, 145 grammes. *Nouvelle-Calédonie*, 1846 (cette indication n'est pas sur le même papier, ni de la même main que toutes les autres). Ce bracelet est grossièrement fait; les bords en sont mal dressés.

2° Diamètre, $0^m,090$; hauteur, $0^m,031$; épaisseur, $0^m,005$; poids, 153 grammes. *Bracelet des habitants de la Nouvelle-Irlande, août* 1823. C'est le plus beau comme dimension et comme travail; il est orné extérieurement de sept sillons parallèles.

3° Diamètre, $0^m,085$; hauteur, $0^m,010$; épaisseur, $0^m,008$; poids, $47^{gr},5$. *Bracelet de la Nouvelle-Irlande, août* 1823. Il est creusé d'une gouttière sur la face externe.

(1) Note sur une hache en pierre de l'île d'Oualan (Océanie). — *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIII, p. 551, 1867.

Tous ces objets sont faits d'une même substance blanche formée de couches parallèles; elle présente les traces d'animaux marins perforants; il est impossible de ne pas admettre que cette matière ne soit empruntée à des coquilles de mollusques acéphales. L'examen histologique sur des coupes minces m'a confirmé dans cette idée pour le bracelet n° 1, comme pour les fragments de hache qu'avait bien voulu me confier M. Damour; je n'ai pas cru devoir soumettre les autres objets à l'examen microscopique, ne voulant pas les détériorer inutilement. Il est probable que les coquilles qui les ont fournis étaient des Tridacnes, seuls mollusques qui, par leur taille, paraissent susceptibles de fournir des morceaux ouvrables de pareille dimension.

M. de Billy lit la note suivante sur les ophites :

Note sur les ophites; par M. de Billy.

Lorsque j'ai appelé l'attention de la Société géologique sur une association de divers minéraux aux ophites, association sinon constante, au moins fort habituelle, la séance était trop avancée pour que je voulusse développer ma pensée et faire naître une discussion sur ce sujet.

Ces minéraux associés sont, tout le monde le sait, le gypse, le sel gemme, parfois des dolomies et des bitumes, et cette association ajoute certainement au caractère particulier des ophites, que M. de Lapparent venait de faire ressortir, et qui avait frappé les auteurs de la Carte géologique de la France, il y a plus de quarante ans.

Beaucoup de géologues voient dans les ophites des roches éruptives, et l'on sait qu'elles apparaissent au milieu de terrains variés où l'on a reconnu tantôt les terrains tertiaires, tantôt les terrains crétacés; il en est même que des observateurs récents feraient remonter au trias.

Ne serait-il pas surprenant que les ophites eussent surgi en terrains variés et de préférence en des points où les roches associées étaient préexistantes?

Que si l'on soutenait que les terrains renfermant l'ophite appartiennent tous au trias, qui contient les gypses, les dolomies, le sel gemme, dans les Pyrénées tout comme dans les Alpes et les Vosges, nous demanderions comment il se fait qu'une

roche éruptive d'une nature particulière choisit des points d'émergence, d'une manière presque exclusive, dans le trias.

Il n'y aurait, dans ce cas, de solution raisonnable que si l'on considérait l'ophite comme une roche non éruptive, mais simplement subordonnée au trias. Mais je ne crois pas que cette explication ait grande chance de succès, car, jusque aujourd'hui, le caractère éruptif des ophites n'a guère été contesté.

Et si, définitivement, on regarde les ophites comme des roches éruptives, comment alors ne pas leur attribuer de l'influence sur la formation des roches qui les accompagnent habituellement?

M. Jacquot s'étonne qu'on puisse mettre en discussion l'âge des ophites en présence de faits aussi convaincants que ceux que la Société géologique a pu observer sur la falaise de Biarritz et auprès de Dax. M. Jacquot ne croit pas, d'ailleurs, à l'existence des marnes irisées dans la région pyrénéenne.

M. Delanoüe annonce qu'on vient de découvrir à Villers-Plouich, à cinq kilomètres de Marcuoing et à douze kilomètres de Cambrai, dans un terrain meuble, un sacrum humain associé à des ossements d'éléphant.

Le Président soumet à l'approbation de la Société une décision du Conseil qui a fixé provisoirement la date de l'ouverture de la session extraordinaire de 1868 au 11 octobre, à Montpellier. Le Secrétaire fait connaître les raisons données par M. de Rouville pour le choix de cette date, qui est imposée à la Société par les nécessités agricoles de la contrée. Après une courte discussion, la résolution du Conseil est mise aux voix et adoptée.

Séance du 18 *mai* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Fischer, docteur en médecine, rue d'Enghien, 52, à Paris; présenté par MM. d'Archiac et Albert Gaudry.

Le Président annonce ensuite une présentation.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de l'Instruction publique, *Journal des Savants*, avril 1868; in-4.

De la part de M. A. Daubrée :

1° *Substances minérales* (*Exposition universelle en* 1867 *à Paris*), in-8, 266 p.; Paris, 1867, chez Paul Dupont.

2° *Aperçu historique sur l'exploitation des métaux dans la Gaule*, in-8, 16 p.; Paris, 1867, chez Didier et C°.

De la part de M. Gruner, *Études des bassins houillers de la Creuse*, in-4, 204 p., et atlas de 6 pl.; Paris, 1868.....

De la part de M. Albert de Lapparent, *la Géologie à l'Exposition universelle de* 1867; in-8, 27 p.; Paris, 1867....

De la part de M. L.-J. Michel, *Trafic probable des chemins de fer d'intérêt local. — Résultats de l'exploitation des chemins de fer français en* 1866 ; in-8, 56 p.; Paris, 1868 ; chez Dunod.

De la part de M. L. Simonin, *Les produits souterrains à l'Exposition de* 1867, in-8, 43 p.; Paris, 1868.

Bulletin de la Société de géographie, avril 1868, in-8.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XIII, 1866. — *Comptes rendus des séances*, 5; in-8°.

Bulletin des séances de la Société I. et centrale d'agriculture, février 1868, in-8.

L'Institut, n°s 1792 et 1793; 1868; in-8.

Mémoires de la Société I. d'agriculture, sciences et arts d'Angers, t. X, 3e et 4e trim.; in-8.

Bulletin de de la Société industrielle de Mulhouse, janvier 1868; in-8.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (*Saint-Étienne*), janvier, février et mars 1867; in-8.

Société I. d'agriculture, etc., *de Valenciennes*. — *Revue agricole*, etc.; mars 1868; in-8.

The Athenæum, nos 2115 et 2116; 1868; in-4°.

Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt, octobre à décembre 1866 et janvier à mars 1867; in-4.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt, 1868, n° 8; in-8.

Monatsbericht der K. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, décembre 1867; in-8.

Jahreshefte des Vereins für vaterl. Naturkunde in Wurtemberg, XXIIIe année; in-8.

Revista minera, 1er mai 1868; in-8.

A l'occasion du procès-verbal, M. Hébert s'étonne de voir M. Jacquot nier si formellement la présence des marnes irisées dans les Pyrénées. Quant à lui, il a reconnu l'existence de cet étage sur plusieurs points de la chaîne.

M. Marcou fait au nom de M. Agassiz la communication suivante :

Sur la géologie de l'Amazone; par MM. Agassiz et Coutinho.

M. Marcou communique à la Société géologique, de la part des auteurs, les observations géologiques que MM. Agassiz et Coutinho ont faites dans leurs explorations du bassin de l'Amazone.

Lorsque M. Agassiz annonça, dans son discours d'ouverture de la Société helvétique des sciences naturelles, le 24 juillet 1837, à Neuchâtel, qu'il y avait eu une *période glaciaire*, et que les faits acquis alors à la science par les recherches, aussi profondes que neuves et originales, de Venetz et de Charpentier, s'étendaient au delà de la vallée du Rhône, ce ne fut qu'un cri général d'impossibilité et de négation; cela blessait trop les opinions arrêtées et heurtait de front les idées reçues de la plupart des géologues qui étaient alors à la tête de la science; et le plus célèbre, Léopold de Buch, se retira de la réunion en s'écriant :

O sancte de Saussure, ora pro nobis.

Aujourd'hui, malgré les résistances, la période glaciaire a pris sa place dans la science, et il n'y a plus un seul grand tra-

vail géologique publié, soit par les gouvernements, soit par des particuliers, qui ne tienne compte des traces laissées par cette période. Dans son voyage au Brésil et sur l'Amazone, M. Agassiz vient d'ajouter un nouveau chapitre à cette histoire extraordinaire des phénomènes glaciaires, chapitre encore plus extraordinaire, si c'est possible, que le phénomène lui-même, car M. Agassiz est allé le chercher non-seulement dans l'hémisphère sud, mais sous les tropiques mêmes, là, dans ces régions équinoxiales de l'Amérique, célébrées par de Humboldt et Bonpland. Et, s'il y a encore de nos jours quelques géologues qui nient l'ancienne extension des glaciers et ne croient pas à l'existence d'une période glaciaire, ils ont ici une belle occasion d'allonger la litanie de feu Léopold de Buch, en s'écriant :

O sancte de Humboldt, ora pro nobis.

M. Marcou fait d'abord ressortir le caractère de générosité qui a présidé à toutes les dépenses et à tous les frais de l'expédition, qui était composée de dix-sept personnes, dont deux dames. Simples citoyens, compagnies et gouvernements, Américains et Brésiliens, ont rivalisé de générosité, de bienveillance et de respectueux dévouement envers la science. Il n'est sorte de prévenances et de marques de sympathie, presque toujours des plus substantielles, que M. Agassiz et ses compagnons n'aient reçues, depuis leur départ de Cambridge jusqu'à leur retour.

Avant l'arrivée de M. Agassiz au Brésil, un observateur, dans ses promenades aux environs de Rio-Janeiro, avait remarqué depuis longtemps de nombreux blocs erratiques, qui lui rappelaient complétement les descriptions du même phénomène dans les régions de l'Europe et du nord de l'Amérique; mais, n'osant se fier à lui-même, il n'avait fait que communiquer ses vues à M. Agassiz, en le priant de venir juger lui-même sur les lieux. Cet observateur, qui n'est autre que l'Empereur du Brésil, don Pedro II, aussitôt M. Agassiz débarqué, le conduisit à Tijuca, à quelques kilomètres de la ville de Rio; là se trouve une grande quantité de blocs erratiques, n'ayant aucune espèce de rapport avec la roche sous-jacente. Dans ces pays tropicaux, les agents atmosphériques attaquent rapidement les roches, même les plus dures, et les décomposent en pénétrant jusqu'à une assez grande profondeur de la superficie; de sorte qu'il est quelquefois assez difficile de distinguer les décompo-

sitions sur place des roches du drift. Mais M. Agassiz a parfaitement reconnu, non-seulement à Tijuca, mais encore sur beaucoup d'autres points de la province de Rio, et notamment dans les nombreuses tranchées du chemin de fer don Pedro Segundo, par-dessus les roches décomposées qui conservent toujours une ligne ondulée, rappelant le *roches moutonnées* des Alpes, un drift des mieux caractérisés, qui commence presque toujours par une petite couche de cailloux occupant les surfaces irrégulières des roches en place, et qui est surmonté par un massif d'argile sableuse, rouge, non stratifiée, renfermant des blocs erratiques disséminés çà et là dans la masse. L'épaisseur de ce drift atteint jusqu'à 50 mètres.

Après plusieurs mois d'explorations aux environs de Rio, M. Agassiz, en compagnie du major Coutinho, s'est alors dirigé vers l'Amazone. Avant cette exploration de cet immense bassin, on n'avait que des notions très-vagues sur sa composition géologique. Spix et Martius y avaient fait quelques observations, quarante années auparavant; de Castelnau avait de son côté donné quelques notes; et, en s'appuyant aussi sur les travaux de de Humboldt sur l'Orénoque, M. Fœtterle, de Vienne, avait publié en 1854, une carte géologique de l'Amérique du Sud, dans laquelle il colore toute la vallée de l'Amazone et de ses tributaires, comme étant occupée par les terrains tertiaires. Dans l'essai de *Carte géologique de la terre*, que j'ai publié en 1862, j'ai laissé la plus grande partie du bassin de l'Amazone en blanc, supprimant le terrain tertiaire entièrement de l'empire du Brésil, où il ne me paraissait pas exister. Seulement j'ai rapporté, avec doute il est vrai, les formations qui s'étendent de l'embouchure du rio San Francisco à celle de l'Amazone au nouveau grès rouge; et, de plus, j'ai étendu cette formation, qui avait été désignée par plusieurs observateurs sous le nom de *grès brésilien*, à toute la partie occidentale du Brésil. En cela, il paraît que j'ai eu tort, du moins pour les provinces de Pernambuco, Ceara, Piauhy et Maranhao.

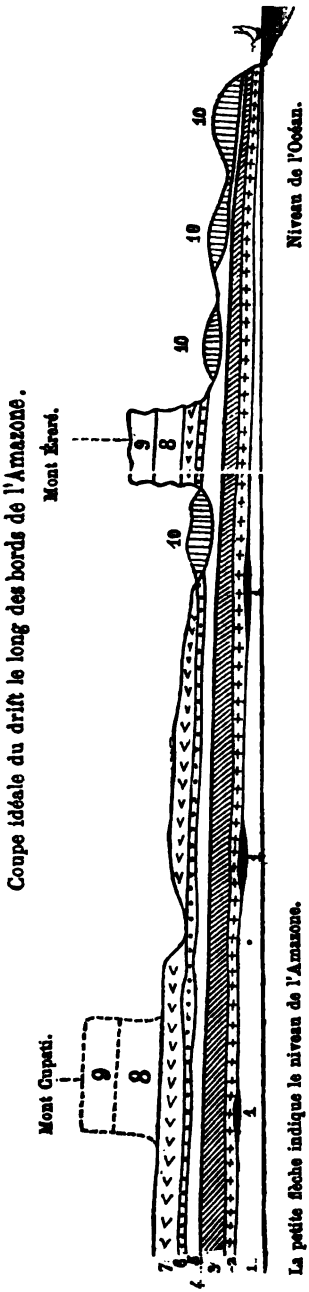
M. Agassiz pense que toute la vallée de l'Amazone s'est formée à la fin de la période crétacée, qui a laissé des traces de dépôts dans la province de Ceara et sur le haut Purus. Soit par suite de dénudations ou par des dislocations antérieures, on voit çà et là des roches plus anciennes. Ainsi, le major Coutinho a trouvé des brachiopodes paléozoïques dans une roche qui forme la première cascade du rio Tapajos; des fossiles carbonifères ont été recueillis sur les rives des rios Guapore et

Mamore, dans le Matto Grosso; et enfin, à Manaus (Manaos), Coutinho a reconnu des ardoises ou phyllades, dans une position très-inclinée, et au-dessous des formations de grès rouge de la vallée de l'Amazone.

Pendant tout le temps des dépôts tertiaires, ce pays paraît avoir été hors de l'eau et avoir formé une *terra firma;* du moins MM. Agassiz et Coutinho n'ont pas trouvé une seule trace de roches tertiaires dans tout le bassin de l'Amazone. Ce ne serait qu'avec l'époque quaternaire qu'aurait commencé la formation des roches qui couvrent tout cet immense bassin.

Voici (p. 689) une coupe idéale, qui résume toutes les observations de MM. Agassiz et Coutinho. Cette coupe et son explication ont été faites par M. Agassiz.

1. *Sable grossier*, formant la base du drift partout où le niveau des eaux a mis à découvert les couches inférieures des argiles plastiques. 2. *Argile plastique bigarrée;* se voit sur une grande échelle le long des côtes de la mer à Para, à l'île de Marajo, Maranham, et çà et là dans les bas-fonds, le long du cours de l'Amazone. C'est sur cette couche que croissent les forêts inondées, c'est-à-dire à sa surface que gisent les forêts submergées de Souré et de Vigia, à l'embouchure méridionale de l'Amazone. 3. *Argile feuilletée* à couches très-minces, avec indications fréquentes de clivage. Ce dépôt paraît être plus considérable sur le cours du rio Solimoens que dans la partie inférieure de l'Amazone. C'est dans ces couches, à Tonantins, sur les bords du Solimoens, que M. Agassiz a trouvé des feuilles de plantes dicotylédonées, qui paraissent identiques avec les espèces actuellement vivantes de la vallée de l'Amazone. 4. *Croûte d'argile sableuse*, très-dure, moulée dans les inégalités de l'argile feuilletée. 5, 6, 7, 8 et 9. *Formation de grès*, tantôt régulièrement stratifié et compacte, surtout dans ses assises inférieures (5), telles qu'on les voit sur les bords des igarapés de Manaos; tantôt caverneux et entremêlé de masses irrégulières d'argile (6), surtout bien développé à Villa Bella et à Manaos; tantôt présentant tous les caractères d'une stratification torrentielle (7, 8 et 9). Les dépôts de cette dernière nature ne se voient que dans les collines élevées d'Almeyrim, d'Éreré et de Cupati, et dans les falaises les plus élevées des bords du fleuve, comme à Tonantins, à Tabatinga, à San Paolo et sur les bords du rio Negro. 10. *Le drift argilo-sableux sans stratification*, occupant toutes les inégalités du sol résultant de la dénudation des grès à stratification torrentielle. C'est dans



ce drift que MM. Agassiz et Coutinho ont trouvé de vrais blocs erratiques de diorite, ayant un mètre de diamètre, à Éreré. Jamais cette formation ne se rencontre sur des falaises élevées de plusieurs centaines de pieds. Il n'y en a pas de trace sur le sommet des collines d'Éreré.

Le fait que le sable grossier n° 1 apparaît partout au niveau des basses eaux, c'est-à-dire qu'il suit la pente générale de la vallée, montre incontestablement que le dépôt de cette formation ne remonte pas à une époque antérieure à l'excavation de la vallée elle-même. L'épaisseur totale du drift amazonien ne dépasse pas 300 mètres; il couvre tout le bassin de l'Amazone, depuis les Andes du Pérou et de Bolivie jusqu'au cap Saint-Roch; c'est-à-dire que c'est la formation du drift la plus colossale que l'on connaisse.

Comment ce drift s'est-il formé? M. Agassiz n'hésite pas à le rapporter à l'époque glaciaire, dans ses deux phases primitive et dernière, et il ne peut l'expliquer que par ce qu'il appelle un hiver cosmique ou universel, qui aurait duré plusieurs milliers de siècles. D'abord, dit-il, ces dépôts sont d'eaux douces, puisqu'il n'y a pas de traces de fossiles marins; puis, comme on ne trouve pas non plus de débris d'animaux terrestres, ni d'eaux douces, il en conclut qu'il n'a pu y avoir qu'un glacier d'abord, puis ensuite un immense lac

formé par la débâcle du glacier, avec la moraine frontale tournée vers l'océan Atlantique et lui servant de barrière. Par une cause ignorée, cette barrière a été rompue, et les eaux se sont écoulées, d'abord pour raviner profondément les formations 5, 6, 7, 8 et 9, et n'en laisser que des débris çà et là, comme aux monts Cupati, Éreré, Monte Allegre; puis, une seconde catastrophe a donné à la vallée de l'Amazone et au lit du fleuve sa forme actuelle.

M. Agassiz avoue franchement qu'il n'a pas trouvé ces inscriptions glaciaires, telles que stries, surfaces polies et cailloux striés, qui sont si caractéristiques des régions traversées par les anciens glaciers de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Mais c'est, dit-il, parce que, dans toute la vallée de l'Amazone, on ne voit nulle part une surface de roche formant le fond du bassin, et que les roches du drift elles-mêmes sont tellement friables, et que leurs décompositions par les pluies torrentielles et chaudes des tropiques sont si rapides, qu'il n'y a pas d'espoir de trouver jamais sur leurs surfaces ces traces qui sont si bien conservées dans des climats plus froids et sur des roches plus dures. Malgré ces difficultés, M. Agassiz n'en regarde pas moins tous les dépôts de l'Amazone comme des formations glaciaires, aussi bien caractérisées, dit-il, que le drift glaciaire qu'il a signalé le premier en Écosse; et il ajoute, après sa visite dans la province de Ceara : « que les matériaux morainiques qu'il a eus sous les yeux, tant à Ceara que dans l'Amazone, sont aussi caractéristiques que ceux qu'il ait jamais vus dans la vallée de Hasli (Alpes Bernoises), dans les vallées du mont Désert (État du Maine), ou que dans les vallées de Lough Fine, Lough Angh et Lough Long en Écosse. »

Suivant M. Agassiz, la vallée de l'Amazone s'est étendue primitivement beaucoup plus vers l'est, jusqu'au moins à la hauteur du cap Saint-Roch; et il pense que c'est à cette longitude à peu près que devait exister la moraine frontale qui bouchait et terminait la vallée de l'Amazone. Par des phénomènes d'abaissements et de courants combinés, toutes les côtes du bassin de l'Amazone sont fortement attaquées, rongées et envahies par l'océan Atlantique; et, au lieu d'avoir un delta, l'Amazone présente le curieux, et peut-être unique exemple, du plus grand fleuve de la terre, avec les inondations périodiques les plus importantes, d'être envahi et détruit, petit à petit, par les vagues de l'Océan qui emportent tout et disséminent les matériaux charriés dans les profondeurs inconnues de

l'Atlantique. Cette action destructive et envahissante de l'Océan est tellement visible, que dans la baie de Braganza, à côté de l'embouchure actuelle de l'Amazone, la côte a reculé de 200 mètres, dans dix années seulement.

J'ajouterai que M. Agassiz pense que les rios de Maranhao et de Paranahyba, qui actuellement se jettent directement dans l'Atlantique, étaient autrefois des affluents de l'Amazone, et que, si l'envahissement de la mer continue, dans quelques siècles, les géologues futurs trouveront que le Tocantins et le rio Xingu ne sont plus des affluents, mais bien des fleuves séparés et indépendants, avec des embouchures spéciales dans l'Atlantique.

Venant d'un observateur aussi habile, aussi profond et qui a autant de pratique que M. Agassiz, ces vues seront accueillies par les géologues comme marquant une nouvelle grande étape dans la théorie de la période glaciaire.

M. Garrigou fait remarquer l'existence de deux périodes glaciaires en Amérique, comme en Europe.

M. Belgrand fait observer que, pendant les crues énormes que subit le fleuve des Amazones, ses eaux sont très-limoneuses; il lui semble donc plus naturel de voir, dans les couches décrites par M. Agassiz comme glaciaires, un ancien delta du fleuve.

M. Marcou répond qu'on n'a pas jusqu'ici trouvé de fossiles dans ces couches.

M. Dausse appelle l'attention de la Société sur le fait si remarquable d'un fleuve rongeant son embouchure.

M. Hébert fait une communication sur le terrain néocomien du S. E. de la France.

M. Marcou fait remarquer que le type de l'étage néocomien a été choisi aux environs de Neufchâtel et non dans la Drôme; c'est donc aux couches de Neufchâtel et non à celles de la Drôme que M. Hébert aurait dû comparer celles dont il vient de parler, avant de se prononcer si catégoriquement sur leur âge.

M. Hébert s'étonne de voir attaquer les déterminations admises jusqu'ici par tous les géologues pour les couches de la Drôme.

M. Chaper s'associe complétement aux observations que M. Marcou vient d'adresser à M. Hébert. En outre, il tient à protester contre la précision, au moins prématurée, des conclusions que M. Hébert a présentées à la Société comme « incontestables. »

Ne pouvant, dans une discussion où il entre sans y être préparé, faire porter ses observations sur l'ensemble très-complexe des choses traitées dans la communication que vient d'entendre la Société, M. Chaper s'attache uniquement à ce qui concerne la « Porte de France » et l'assimilation, ou plutôt l'identification qui a été faite de ce gisement et de celui d'Aizy à des couches exclusivement néocomiennes. L'examen très-attentif qu'il a fait des fossiles de ces deux localités l'amène à de tout autres conclusions. Par un heureux concours de circonstances, il a eu à sa disposition des échantillons composant la très-grande majorité de ceux qui ont été recueillis dans les localités susdites, notamment à la Porte de France. L'étude comparative en a été faite à l'École des mines, non-seulement avec l'aide, mais sous la direction de M. Bayle, et les fossiles ont tous été nettoyés et préparés de façon à montrer tout ce que leur état de conservation permettait d'en obtenir.

M. Chaper croit très-important, avant d'aller plus loin, de bien constater que le mot « Porte de France » est une indication de gisement tout à fait insuffisante. Il y a des couches très-nombreuses et très-diverses dans le massif rocheux appelé « Mont Rochais, » sur lequel reposent les fortifications supérieures de la ville de Grenoble, et contre lequel s'appuie la porte appelée « Porte de France. » MM. Repellin et Berthelot, qui ont rapporté de la Porte de France les échantillons servant de base à la discussion actuelle n'ont fourni aucune indication qui permît d'assigner des positions, déterminées au moins d'une manière relative, aux pièces qu'ils ont recueillies dans cet ensemble de roches. M. Lory, qui a fourni dans ce débat beaucoup d'échantillons ramassés par lui, ne peut non plus les rapporter à une coupe cotée.

Ceci dit pour bien préciser la valeur des termes employés et les bases de la discussion, M. Chaper se refuse à admettre les conclusions de M. Hébert, parce que ce dernier fait reposer toute son argumentation sur des faits très-incertains.

Ainsi, M. Hébert assimile et confond Aizy et la Porte de France. Il y a assurément des rapprochements à faire entre certaines parties de chacune de ces coupes. Mais le seul examen

des fossiles provenant de ces deux gisements ne serait pas suffisant pour établir en ce moment le parallélisme exact et complet des deux séries de couches, attendu que ces deux localités n'ont fourni à M. Chaper que de très-rares échantillons qu'on puisse rapprocher jusqu'à les déclarer des types identiques.

En tout cas, l'examen des fossiles de l'une et de l'autre localité prouve que l'on y rencontre plusieurs niveaux géologiques; l'étage néocomien est du nombre.

M. Hébert ne voit dans toutes les Térébratules perforées qu'une seule et même espèce : M. Chaper se borne à cet égard à renvoyer à l'excellent mémoire de M. Pictet sur ce sujet. Il en a trouvé la confirmation dans la collection de M. de Verneuil, qui a rapporté d'Espagne les deux formes, *janitor* et *diphya*, de Térébratules perforées, trouvées à des niveaux différents, associées à des faunes différentes et occupant des positions relatives conformes à celles que leur a reconnues M. Pictet.

Pour ce qui est des fossiles, M. Chaper, comme M. Hébert, leur reconnaît une importance décisive; c'est pour cela qu'il en a fait l'objet d'une étude scrupuleuse. De cet examen, il résulte que les espèces auxquelles M. Hébert a attribué les noms de *semisulcatus*, *subfimbriatus*, *Grasianus*, *Malbosi*, *rarefurcatus*, *Dalmasi*, *nodulosus*, sont ou fort douteuses, à cause de leur état de conservation, ou si nettement différentes des types auxquels on les assimile, que l'erreur commise ne peut s'expliquer que par une conviction préalable, sous la pression de laquelle le jugement si exercé de M. Hébert aurait succombé.

Il paraîtrait indiscret à M. Chaper d'entrer dans de plus longs développements à ce sujet. M. Pictet, à qui il a communiqué ses échantillons, ainsi que l'a fait aussi M. Bayle, prépare en ce moment un travail complet sur cette question. Elle est donc en bonnes mains. Les observations énoncées par M. Chaper ne lui ont été inspirées que par le désir de faire prendre date aux opinions de M. Pictet, opinions qu'il se fait honneur de partager et qu'une correspondance échangée lui a permis de connaître par anticipation.

M. Stuart Menteath lit la note suivante :

Sur les évidences d'une époque glaciaire miocène considérées spécialement dans les Pyrénées; par M. P. W. Stuart Menteath.

Ayant exploré une grande partie des Pyrénées depuis Bagnères-de-Luchon jusqu'à Saint-Jean-de-Luz, je désire appeler l'attention de la Société sur certains phénomènes remarquables se rapportant, il me semble, à des actions glaciaires. J'ai publié, il y a deux ans, mes conclusions sur ce sujet; mais, ne connaissant pas alors les travaux de M. Leymerie, je me suis attaché surtout à démontrer que certains poudingues des environs de Pau étaient entièrement distincts des dépôts des époques glaciaire et pliocène (avec lesquels ils avaient été confondus par d'autres observateurs), et qu'ils devaient être classés aussi bas que le niveau du miocène.

Les remarques suivantes se rapportent surtout à la partie centrale et ouest de la région pyrénéenne. A l'est, dans le voisinage des Corbières et de la montagne Noire, les dépôts sont plus variés, et leurs rapports me paraissent être assez difficiles à saisir.

Les différentes formations qui composent le massif des Pyrénées sont disposées pour la plupart sous forme de grandes bandes assez continues de part et d'autre de ces montagnes. Ces bandes successives sont terminées du côté des montagnes en escarpements, et, en prolongeant les courbures et les inclinaisons des couches, on peut relier ces escarpements de part et d'autre de la chaîne, de manière à reconstituer les Pyrénées en grande masse continue et légèrement ondulée, telle qu'aurait dû le produire le soulèvement lent d'un grand pli sur l'écorce terrestre. Si l'on compare la plus grande hauteur de ces montagnes à leur largeur moyenne, en calculant l'effet qu'aurait produit un soulèvement jusqu'à cette hauteur, on voit que la séparation entre les escarpements des formations supérieures, résultat d'un tel soulèvement, serait tout à fait insignifiante, comparée à la séparation qui existe actuellement.

Il faut donc expliquer la séparation actuelle de ces escarpements en supposant qu'ils représentent les rivages d'anciennes mers, ou bien en invoquant les agents de dénudation dont les grands effets, pendant les temps actuels et pendant l'époque glaciaire, sont incontestables, et ces agents auraient certainement produit de grands effets pendant les périodes

pliocène et miocène dont la durée est probablement mal appréciée en raison de leur plus grand éloignement dans le temps.

Les données stratigraphiques ne me paraissent prêter aucun appui à l'hypothèse des rivages, mais les considérations suivantes me paraissent trancher la question.

Les plaines immenses qui s'étendent aux pieds des versants des Pyrénées sont composées de matériaux meubles devenant de plus en plus grossiers à mesure que l'on approche de ces montagnes et dérivent clairement des roches qui les composent. Ces dépôts ayant été formés pendant les périodes miocène, pliocène et post-tertiaire, il est évident que, pour se former une idée de ce qu'étaient les Pyrénées à l'époque de leur soulèvement, il faut restituer à leur masse tous ces matériaux des plaines. Il me semble que le phénomène de dénudation, nécessairement représenté par ces immenses accumulations, a pu suffire à séparer les escarpements des formations supérieures et à creuser toutes les vallées actuelles en mettant à nu le granite au fond des vallées et au centre des grands massifs. Partout où j'ai exploré les vallées des Pyrénées, j'ai trouvé les évidences de leur origine érosive et des relations constantes entre la largeur des vallées et la facilité d'érosion de leurs roches encaissantes. Les buttes de roches dures laissées en place ressemblent aux buttes témoins que laissent les ouvriers en creusant une tranchée, et, si on trouve quelquefois des fentes le long des vallées, ces fentes paraissent seulement avoir aidé à diriger dans leur œuvre érosive les eaux résultant du drainage naturel des montagnes.

En étudiant plus particulièrement les relations entre les matériaux des plaines et les matières qui ont été enlevées du massif des Pyrénées, j'ai trouvé, à la suite d'observations assez nombreuses et assez étendues, que l'on peut distinguer dans les plaines trois niveaux minéralogiquement distincts : l'*inférieur*, caractérisé par l'abondance de matériaux calcaires et correspondant d'une manière générale aux dépôts miocènes; l'*intermédiaire*, caractérisé par l'abondance de matières quartzeuses et correspondant aux dépôts pliocènes; le *supérieur*, caractérisé par l'abondance de débris granitiques et correspondant aux alluvions des périodes glaciaire et récente. Ces trois niveaux correspondent à trois niveaux pareils dans le massif des montagnes, le niveau des roches tertiaires et secondaires, riche en matières calcaires, le niveau des roches de transition (en y comprenant le grès rouge pyrénéen), dont les

matières dures sont surtout des quartzites, des poudingues quartzeux et des veines de quartz, et enfin le niveau du granite.

De plus, les grandes vallées du versant nord des Pyrénées commencent ordinairement (en les suivant en amont) par une partie largement évasée où les éboulements ne tombent presque plus, et où la rivière serpente en creusant et en remaniant les matières meubles accumulées pendant les révolutions antérieures, et enfin par une partie qui peut être considérée comme une vallée complétée. Ces parties sont creusées principalement à travers les roches calcaires secondaires et tertiaires. Les portions des vallées qui traversent les roches de transition offrent les traces d'une plus grande activité de dénudation. Enfin, le granite est sillonné par de petites vallées jonchées de blocs et que l'on peut considérer comme des vallées naissantes.

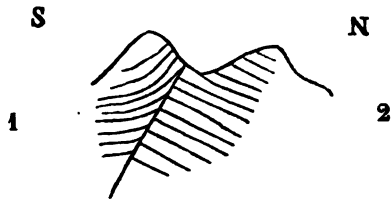
Tout tend à prouver que l'érosion s'est portée d'une manière spéciale, d'abord sur les roches tertiaires et secondaires représentées dans les plaines par les débris calcaires, puis sur les roches de transition représentées par les débris quartzeux, et finalement sur le granite. Enfin si l'on compare les masses de ces différents matériaux, on trouve que les énormes dénudations des roches tertiaires secondaires et de transition sont bien représentées dans les plaines par les énormes accumulations de matières calcaires et quartzeuses des périodes miocène et pliocène, tandis que les érosions du granite, de beaucoup moins importantes, sont représentées dans les plaines par les alluvions post-tertiaires (spécialement granitiques), presque insignifiantes en comparaison des dépôts antérieurs.

Tout tend à prouver que les agents de dénudation ont lentement agi sur un grand massif continu, et que les Pyrénées actuelles ne sont que les portions que ces dénudations naturelles et nécessaires ont laissées en place.

Sur les sommets de ces parties respectées par la dénudation, nous trouvons encore quelques lambeaux des terrains supérieurs, laissés là comme pour attester leur ancienne extension. Un exemple notable est le mont Perdu, d'une altitude peu inférieure à celle du plus haut point de la chaîne, et dont le sommet est constitué par le terrain nummulitique reposant sur le crétacé.

Je ferai remarquer un fait assez important en relation avec la position de ces roches du mont Perdu : c'est qu'il existe une faille au cirque de Gavarnie, entre les roches de transition au nord et les roches secondaires et tertiaires au sud, où est situé

le mont Perdu. J'extrais le dessin de cette faille de mon carnet de notes.



1 Roches secondaires. 2 Roches de transition.

La disposition des couches par rapport à la faille et la direction de l'inclinaison de cette dernière me paraissent prouver que les roches secondaires et tertiaires situées au sud du cirque de Gavarnie n'ont pas été relevées à partir de la plaine, le long de la faille, mais qu'elles ont glissé d'une position supérieure à celle qu'elles occupent actuellement.

Je décrirai maintenant, en commençant par les plus récents, les phénomènes qui se sont succédé depuis le soulèvement des Pyrénées.

Dans le département des Landes, on trouve des dépôts marins pliocènes élevés de 30 mètres ou plus au-dessus du niveau de la mer; près de la limite du même département, on trouve, au-dessous du niveau des dépôts pliocènes, une terrasse marine élevée de quelques mètres au-dessus du niveau de la mer. Dans le voisinage de Biarritz, on peut aussi observer les phénomènes de terrasse et d'élévation du sable des Landes au-dessus du niveau de la mer.

La nature basse et marécageuse de la partie inférieure de la vallée de l'Adour, et certains phénomènes qu'on observe dans les Landes et à Saint-Jean-de-Luz me paraissent porter appui à l'idée qu'un léger abaissement de niveau a eu lieu à des époques assez récentes. Sans vouloir discuter avec plus de détails cette question, je crois pouvoir affirmer comme indiscutable que la région pyrénéenne a subi des oscillations depuis le soulèvement qu'elle a éprouvé à la fin de la période éocène. Je crois donc qu'on peut, sans hypothèse, invoquer les effets naturels de telles oscillations en cherchant à expliquer les phénomènes du bassin sous-pyrénéen.

Dans les temps récents et depuis l'époque glaciaire, les agents de dénudation ont creusé quelques gorges resserrées, détruit

beaucoup de moraines et disposé en terrasses, en les creusant, les dépôts de boues glaciaires et les alluvions qui paraissent avoir rempli en grande partie les vallées de la plaine, lors de l'époque glaciaire; mais ces dénudations n'ont été que locales, et la surface générale du pays paraît avoir peu changé depuis que les blocs glaciaires ont été déposés sur les surfaces actuelles des montagnes et dans les vallées existantes.

J'ai décrit, dans le *Bulletin de la Société Ramond*, les phénomènes se rapportant à l'époque glaciaire d'une manière générale, et plus particulièrement ceux de la vallée d'Ossau. M. Charles Martins a depuis décrit en détail les phénomènes glaciaires de la vallée de Gavarnie, et je suppose qu'il y a maintenant peu de géologues qui discutent les preuves de la période glaciaire dans les Pyrénées.

Les effets des glaciers sont bien représentés dans la vallée de la Garonne, dans toutes les vallées des environs de Bagnères-de-Luchon et dans toutes les vallées entre la vallée de la Garonne et la vallée d'Ossau. Dans la vallée d'Aspe, les évidences sont moins claires; mais je crois qu'on peut expliquer ceci au moins en partie, en considérant la nature des roches traversées par cette dernière vallée (ces roches sont presque exclusivement calcaires ou schisteuses). Dans la vallée de Baigorry et près de l'Océan, je n'ai trouvé aucune trace déterminante des actions glaciaires. Dans les vallées où j'ai indiqué ces phénomènes glaciaires, les glaciers ne paraissent en aucun cas avoir dépassé de plus de cinq kilomètres le commencement des vraies montagnes, que l'on peut regarder comme indiqué par les premiers affleurements jurassiques.

Pendant l'époque glaciaire, les vallées ont été remplies au delà des glaciers par une grande accumulation de graviers et de cailloux, et ces accumulations, étant presque entièrement restreintes aux vallées actuelles, il faut rapporter à une époque antérieure le creusement de ces vallées. Sans se permettre des spéculations sur le laps de temps pendant lequel ces vallées peuvent avoir persisté avant l'époque glaciaire, il faut nécessairement admettre une longue période pour leur creusement. Ce creusement était probablement motivé par le soulèvement qui a élevé la formation marine des sables des Landes au-dessus du niveau de la mer. Or, il est évident que les dépôts supérieurs du plateau sous-pyrénéen, qui encaisse les vallées de la plaine, existaient avant le creusement de ces vallées. Ces dépôts sont, pour la plupart, des sables et des argiles avec galets pour

la plupart quartzeux. Le calcaire en est ordinairement entièrement absent. Ils forment la continuation des sables des Landes, et, comme ils sont superposés aux dépôts calcaires de l'époque miocène, je crois qu'on ne peut hésiter à les classer comme pliocènes.

Au-dessous de ces dépôts pliocènes se trouvent les mollasses et les marnes miocènes. Ces dépôts sont pour la plupart lacustres, tandis que les dépôts pliocènes sont en partie fluviatiles, les fleuves de l'époque pliocène ayant traversé une plaine basse en déposant leurs sédiments, comme le font actuellement les fleuves du nord de l'Italie, et non en creusant, comme l'ont fait les fleuves pyrénéens à une époque postérieure, et par suite du soulèvement qui a exhaussé les sables des Landes. Les dépôts calcaires miocènes se montrent dans le voisinage de Pau, à Arbus, où ils ont été décrits comme miocènes par Dufrénoy, et du côté nord de la vallée du Gave de Pau, entre Pau et Orthez.

Sur le même niveau que ces dépôts miocènes existent des dépôts de poudingue presque horizontaux, formés des mêmes matériaux que les dépôts miocènes, mais dans un état plus grossier, et ces poudingues paraissent s'intercaler dans la partie inférieure des dépôts miocènes, et passer à ces mêmes dépôts par l'amoindrissement de la grosseur de leurs éléments.

Ayant suivi ces poudingues en d'autres parties des Pyrénées, je suis parfaitement convaincu qu'ils correspondent exactement à ceux que M. Leymerie a décrits dans la Haute-Garonne sous le nom de poudingue de Palassou, et avec la partie supérieure au moins des poudingues décrits par M. l'abbé Pouech, dans le département de l'Ariége. Leurs caractères et leurs relations stratigraphiques sont cependant si différents dans le voisinage de Pau, que M. d'Archiac a remarqué, dans son livre intitulé : *Géologie et Paléontologie*, que, entre les poudingues des deux régions, il n'y a aucune relation stratigraphique. Je crois utile de faire cette remarque pour montrer que l'on ne peut pas considérer les observations de M. Pouech sur la petite région de l'Ariége qu'il a décrite comme décisives à l'égard de l'âge de ces poudingues, et qu'il convient de considérer les caractères différents qu'ils offrent en d'autres parties de la chaîne où ils me paraissent se présenter dans un état plus normal.

M. Noulet a décrit il y a dix ans les poudingues de l'Ariége. Il a trouvé, dans certaines couches, à la base des poudingues, 7 espèces de coquilles d'eau douce. L'une de ces espèces,

trouvée à un niveau rapproché de la grande masse supérieure de poudingue, est une espèce décrite par Nérée Boubée (*Cyclostoma formosum*). M. Noulet ayant trouvé ces mêmes espèces dans la faune de Castelnaudary rapporte ces dépôts inférieurs aux poudingues à la période éocène. M. Pouech a depuis publié un travail très-détaillé sur la même localité.

A propos de ces recherches, je citerai les paroles suivantes de M. d'Archiac : « Les paléontologistes qui ont le plus étudié cette question (des coquilles d'eau douce), entre autres Éd. Forbes, savent les difficultés qu'il y a à distinguer les coquilles d'eau douce jurassiques ou crétacées d'avec les espèces tertiaires et même actuelles, à bien plus forte raison lorsqu'il ne s'agit que des espèces de deux périodes qui se sont immédiatement succédé. Dans les conditions de la question, et pour les dépôts lacustres du midi de la France, nous concevons la persistance de quelques coquilles fluviatiles et terrestres des derniers dépôts tertiaires inférieurs pendant tout ou partie de la période suivante. »

En outre, dans les travaux cités, je n'ai trouvé aucune preuve stratigraphique de la correspondance de ces dépôts avec ceux de Castelnaudary, et il n'est nullement prouvé que la grande masse de poudingue supérieur non fossilifère correspondant au poudingue non fossilifère des autres parties des Pyrénées soit exactement du même âge que tout ou même partie des dépôts inférieurs dont l'ensemble des fossiles a peut-être un caractère éocène.

Dans le département des Hautes-Pyrénées le poudingue est plus ou moins incliné. Dans une partie de l'Ariége et de l'Aude, il est très-faiblement incliné. Dans les environs de Pau, il est presque horizontal.

Le poudingue est toujours situé tout à fait en dehors des vraies montagnes de la chaîne pyrénéenne; il n'atteint jamais à de grandes hauteurs, tandis que les dépôts éocènes nummulitiques situés au-dessous s'élèvent jusqu'au sommet du mont Perdu. Dans le voisinage de plusieurs localités où les poudingues présentent une forte inclinaison, il y a des masses d'ophite et des affleurements assez anormaux d'une sorte de granite. Dans les coupes représentant les poudingues avec une forte inclinaison, on observe que cette inclinaison devient de plus en plus faible dans les bancs supérieurs. Ces derniers faits ont une signification importante si, au lieu de les considérer isolément, on les rapproche des caractères des poudingues dans les environs de

Pau et ailleurs, où ces dépôts se présentent avec une faible inclinaison. La stratification est aussi souvent très-irrégulière, et il faut se rappeler que les dépôts clastiques sont surtout susceptibles de fausse stratification.

Vers l'est, dans le voisinage des Corbières et de la montagne Noire, l'émersion de la terre ferme paraît avoir commencé plus tôt qu'à l'ouest, et, les relations des dépôts étant plus compliquées, il me paraît assez difficile de déterminer le véritable âge du grand soulèvement des Pyrénées. C'est donc dans la partie occidentale et centrale que cet âge peut être le mieux déterminé.

J'ai eu l'avantage de suivre, dans la Haute-Garonne et ailleurs, les coupes de M. Leymerie. J'ai trouvé ces coupes toujours de la plus grande exactitude, ainsi que les renseignements qu'il a eu la bonté de me fournir. Si donc les faits observés et décrits par M. Leymerie, à propos du poudingue de Palassou, m'avaient paru incompatibles avec les idées que j'avais émises à ce sujet, j'aurais entièrement abandonné ces idées. Mais il me semble que la différence entre la classification de M. Leymerie et celle que j'ai proposée est presque une question de mots. La différence importante est dans l'explication des faits. M. Leymerie admet que les poudingues sont géologiquement au sommet de toutes les roches exhaussées par le grand soulèvement des Pyrénées, et il explique leurs caractères extraordinaires en supposant qu'ils sont dus aux grandes secousses du sol qui ont dû précéder ce soulèvement. Selon les observations de MM. Leymerie, Tournouër et autres observateurs, les dernières roches fossilifères soulevées sont de l'âge du grès de Fontainebleau. Les dépôts d'eau douce qui, dans le département de l'Ariége, séparent les poudingues des dépôts éocènes nummulitiques, sont rapportés à l'horizon du gypse d'Aix. Ce dernier est rapporté par M. Matheron à l'horizon du grès de Fontainebleau. Les poudingues sont formés des débris de toutes les roches, y compris l'ophite, qui composent le massif des Pyrénées, bien qu'ils soient spécialement caractérisés par l'abondance de matières calcaires. D'après la considération de ces faits et de bien d'autres qui se rapportent à ce sujet, je crois pouvoir conclure que le poudingue est postérieur au grès de Fontainebleau et postérieur au grand soulèvement des Pyrénées. Les seuls dépôts miocènes que j'ai vus, ou dont j'ai pu trouver des descriptions, qui non-seulement reposent incontestablement au-dessus du poudingue, mais qui sont aussi

bien caractérisés par les fossiles qu'ils renferment, paraissent pouvoir être rapportés à la partie supérieure de la formation miocène. Je citerai par exemple le dépôt de lignite d'Orignac (près Bagnères-de-Bigorre), dont la faune paraît être plus récente que celle des faluns de Touraine.

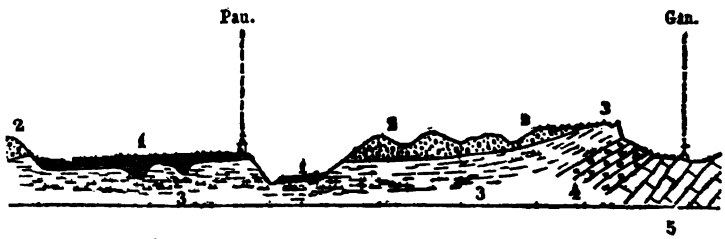
Les poudingues sont donc entre le grès de Fontainebleau (classé par Lyell et d'autres géologues dans le miocène) et la partie supérieure du terrain miocène. Les inclinaisons qu'ils présentent sont probablement dues en partie au mode de dépôt de ces amas d'éléments grossiers, en partie aux petites oscillations des Pyrénées, qui ont eu lieu pendant et après l'époque miocène.

Je décrirai maintenant les caractères des poudingues dans les environs de Pau.

La ville de Pau est assise sur le bord d'un plateau élevé à peu près de 30 mètres au-dessus du niveau de la vallée du Gave. Ce plateau s'étend jusqu'à dix kilomètres au nord de Pau. Il est entouré des trois côtés par une suite de plateaux et de coteaux dont les sommets sont élevés de plus de 50 mètres au-dessus de son niveau. Ce dernier niveau paraît correspondre à peu près à celui des sommets d'une ligne de coteaux qui borde le Gave du côté du sud, y formant le commencement d'une suite de petites collines qui s'étendent jusqu'au pied des Pyrénées.

En allant de Pau vers les montagnes, on observe les phénomènes suivants :

Coupe des environs de Pau.



1 Alluvions post-tertiaires.
2 Pliocène ; sables et argiles avec galets quartzeux.
3 Poudingue de Palassou et mollasses miocènes.
4 Terrain nummulitique.
5 Terrain crétacé.

Les coteaux en face de la ville sont composés de galets, de cailloux et de blocs de toutes les grandeurs, jusqu'à près d'un

mètre de diamètre. Ces débris sont arrangés en masses séparées par de petites couches de mollasses, de marnes et d'argiles. Quelquefois la stratification se montre par suite de l'intercalation de petites couches formées exclusivement de petits galets. Ces galets, cailloux et blocs (1), sont reliés par un ciment de composition variable souvent formé de mollasse argileuse ou marneuse. Ce ciment devient quelquefois très-calcaire et en partie cristallin; il forme alors avec les cailloux qu'il empâte une roche très-dure qu'il faut exploiter avec la poudre. Les cailloux et le ciment qui les relie sont colorés par le fer, ayant une teinte rouge ou orangée. Cette teinte pénètre souvent jusqu'au centre des blocs. Cet amas de débris forme en partie l'escarpement qui borde le Gave du côté du nord, où est située la ville de Pau; il se montre au-dessous du parc et au-dessous de la place Royale, ainsi que dans la nouvelle tranchée pratiquée à Bisanos pour le chemin de fer de Pau à Lourdes. On voit, dans cette dernière tranchée, des couches intercalées d'argile calcaire et de mollasse. Il se montre aussi au-dessous de l'église de Bisanos, dans la vallée du Gave; et on peut observer, quand l'eau est claire, de gros blocs mis à nu dans le lit de la rivière. Ces dépôts s'étendent vers les montagnes sur une largeur de plus de sept kilomètres, leur épaisseur dépassant ordinairement 100 mètres. Les débris dont ils se composent sont presque exclusivement calcaires et proviennent des formations nummulitiques, crétacées et jurassiques. Je n'ai jamais observé dans la partie inférieure un seul fragment de granite, mais j'y ai vu quelques galets et cailloux ophitiques très-décomposés. On y observe aussi des géodes provenant de la décomposition de galets calcaires. Tous les blocs sont plus ou moins arrondis, mais il y en a beaucoup qui ont une forme assez angulaire; j'en ai observé qui étaient presque carrés, et ce caractère ne paraît pas dépendre d'une dureté exceptionnelle. Ils sont ordinairement de nature à se décomposer facilement à la surface. On observe beaucoup de blocs à Bisanos et ailleurs, tout aussi grands que ceux qu'on trouve à sept kilomètres plus près des Pyrénées. Les couches sont presque horizontales, mais ordinairement un peu inclinées au nord, peut-être en partie par suite de leur mode de dépôt, et en partie par suite de quelques oscillations qui ont eu lieu dans les mon-

(1) J'emploie ces trois expressions pour indiquer les roches roulées de petite, de moyenne et de grande dimension.

tagnes depuis l'époque miocène. Le sol formé par la décomposition de ces dépôts produit le vin de Jurançon, le plus célèbre du Béarn. Ces dépôts de débris calcaires sont recouverts, sur les coteaux de Jurançon, au sud du Gave, par des limons et des sables non calcaires avec des galets quartzeux; ces derniers sont continus avec les sables des Landes de l'époque pliocène et sont parfaitement distincts des poudingues calcaires, sur lesquels ils reposent en stratification non concordante.

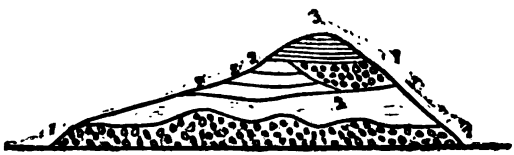
Après avoir traversé pendant sept kilomètres la largeur de ces dépôts, on arrive à leur extrémité escarpée vers les montagnes et reposant sur les couches inclinées du terrain nummulitique. Ces dernières couches sont suivies de couches crétacées composées de calcaires, de grès et de marnes, et formant la plupart des petites collines qui s'étendent à plus de 12 kilomètres, jusqu'à l'affleurement jurassique où cette dernière formation s'élève en couches d'une inclinaison rapide formant une grande muraille, première bande des vraies montagnes. Ces couches crétacées sont pliées à plusieurs reprises, et les collines qu'elles forment ne s'élèvent pas à de grandes hauteurs, probablement en partie par suite de l'arrangement des couches, en partie par suite d'une dénudation qui a réduit en plateau légèrement incliné l'ancienne surface de ce terrain, ce plateau ayant été depuis séparé en petites collines par l'action des ruisseaux et des glaciers.

Le dépôt de débris calcaires des coteaux de Jurançon et du bord du plateau de Pau est presque horizontal; il s'intercale dans les couches de marnes et de mollasses d'Arbus, qui ont été rapportées, par Dufrénoy, à l'époque miocène. Ce dépôt de débris calcaires devient, à mesure qu'il s'éloigne des montagnes, de plus en plus mêlé de mollasses et de marnes, et ces matières fines, au nord de Pau, remplacent enfin entièrement les cailloux et les blocs de la formation glaciaire lacustre miocène. Dans tout ce pays, les dépôts miocènes sont ordinairement calcaires et les dépôts pliocènes non calcaires. Les sables et les limons avec galets quartzeux qui recouvrent les coteaux de Jurançon correspondent à ceux des coteaux au nord du plateau de Pau; ils en ont été séparés par suite d'une dénudation fluviatile. Les blocs et les cailloux apportés par les glaciers de l'époque glaciaire post-pliocène ont été déposés sur une surface à peu près semblable à celle de nos jours; d'ailleurs ils ne sortent pas beaucoup des montagnes, tandis que les dépôts de

débris calcaires s'étendent jusqu'à plus de 20 kilomètres au delà des montagnes, et, depuis leur formation et celle du dépôt sablonneux qui les recouvre, de grandes dénudations ont eu lieu par suite de l'action des fleuves et des ruisseaux qui les ont sillonnés avant la formation des moraines de l'époque glaciaire post-pliocène. Les dépôts quartzeux et granitiques qui remplissent ces évasements se relient à ceux qui forment les moraines des glaciers de cette dernière période glaciaire.

Dans la tranchée de Bisanos, sur un espace d'à peu près

Tranchée de Bisanos.



1 Poudingue (calcaire) de Palassou.
2 Couches intercalées de mollasse.
3 Alluvions post-tertiaires.

30 mètres en longueur, 10 mètres en largeur et 3 mètres en profondeur, on a trouvé de vingt à trente blocs d'un demi-mètre à un mètre de diamètre. Quelques-uns de ces blocs étaient angulaires, les angles étant seulement émoussés. Ils étaient dérivés en partie des roches nummulitiques et crétacées supérieures; le premier affleurement des couches nummulitiques est situé à une distance de 7 kilomètres. Mais il est encore plus remarquable que certains blocs, reconnaissables par leurs fossiles, sont dérivés du calcaire à Dicérates, dont le premier affleurement est situé à une distance de 15 kilomètres en ligne droite.

Je n'ai jamais vu de poudingues semblables à ceux de Pau, excepté à la colline de Superga (près Turin), décrite par M. Gastaldi comme d'origine glaciaire, et dans le vieux grès rouge d'une partie de l'Écosse où M. Ramsay a trouvé des cailloux striés et dont il a décrit les caractères glaciaires. Les poudingues du permien de l'ouest de l'Angleterre paraissent aussi leur ressembler.

Je crois qu'on ne saurait appliquer à ces poudingues des Pyrénées un meilleur nom que celui de poudingues de Palassou, que leur a appliqué M. Leymerie. Palassou les a décrits admi

rablement, en les distinguant parfaitement de tous les autres poudingues et alluvions pliocènes et récents qui les accompagnent. Il se déclare incompétent pour expliquer leurs caractères extraordinaires par certains agents connus naturels. Si Palassou avait été au fait des derniers développements de la théorie glaciaire, je crois qu'il ne se serait pas arrêté là.

Le poudingue de Palassou a tous les caractères d'un dépôt d'eau douce; il ne ressemble pas aux accumulations de cailloux formées par la destruction des roches crétacées et nummulitiques sur les bords de l'Océan. Il contient des amas de marne semblables à ceux des dépôts d'eau douce. Dans l'Ariége, il repose sur des dépôts contenant des fossiles d'eau douce. Dans le voisinage de Pau, il repose sur des dépôts marins. Ces observations confirment l'idée qu'il s'est formée après le soulèvement des Pyrénées.

Dans l'Ariége, le poudingue repose sur des dépôts d'eau douce rapportés à l'âge du gypse d'Aix. Les poudingues calcaires à cailloux impressionnés du Dauphiné reposent sur des dépôts d'eau douce rapportés par M. Lory au même âge. Les recherches de MM. Gastaldi, Sismonda, Pareto, etc., me paraissent prouver que les dépôts de la colline de Superga sont plus récents que le grès de Fontainebleau et plus anciens que la partie supérieure du miocène. Une partie au moins de la grande formation de la nagelflue de la Suisse me paraît occuper la même position. Ses divers dépôts présentent des analogies frappantes avec le poudingue de Palassou. Je crois donc qu'ils sont les représentants d'une même époque glaciaire qui a plus ou moins affecté toute l'Europe. On a cherché à expliquer les phénomènes de la colline de Superga en supposant que dans ce voisinage il aurait existé une montagne et par suite un glacier exceptionnel. Quand on trouve dans les Pyrénées des poudingues semblables et du même âge ayant quelquefois plus de 300 mètres d'épaisseur et s'étendant presque tout le long de la chaîne, je crois qu'il faut admettre une période glaciaire d'âge miocène, au moins aussi importante que celle des temps post-tertiaires.

Les dépôts peu ou point fossilifères de l'époque glaciaire post-tertiaire forment la seule ligne de démarcation bien définie entre les dépôts tertiaires et les dépôts récents. Les dépôts non fossilifères de l'époque glaciaire miocène me paraissent de même former la seule ligne de démarcation entre les dépôts miocène et éocène. M. Ramsay a trouvé des poudingues

présentant des caractères glaciaires dans le permien et le vieux grès rouge de l'Angleterre; si l'on trouve des représentants de ces poudingues en d'autres pays, on pourrait admettre des époques glaciaires pendant ces temps anciens. On pourrait fonder une classification là-dessus, les dépôts glaciaires non fossilifères correspondant dans l'échelle géologique aux lignes noires d'une échelle métrique. Une telle classification offrirait les plus grands avantages, aujourd'hui que les classifications fondées sur les fossiles deviennent de plus en plus difficiles.

Je terminerai en faisant quelques remarques relatives à certains travaux de M. Garrigou. J'ai publié mon premier mémoire sur les dépôts glaciaires miocènes des Pyrénées, en juillet 1866. M. Garrigou a publié, presque en même temps, dans le *Bulletin* de la Société géologique, un mémoire dans lequel il a décrit et illustré par une coupe la géologie des environs de Pau.

La description de M. Garrigou diffère notablement de la mienne, M. Garrigou paraissant avoir confondu ensemble le dépôt miocène (poudingue de Palassou) et les dépôts pliocènes qui le recouvrent, tout en restant distincts par leur composition et leur stratification. On comprend donc facilement comment M. Garrigou a cru pouvoir reprocher à M. Leymerie d'avoir confondu des poudingues de différents âges.

J'ai publié quelques autres remarques sur les dépôts glaciaires miocènes dans le *Bulletin* de la Société Ramond, d'octobre 1866. M. Garrigou a annoncé, en septembre 1867, dans le *Bulletin* de la Société géologique (plus d'un an après la publication de mon premier mémoire), la découverte des preuves de l'existence d'une époque glaciaire miocène dans les Pyrénées. J'étais un peu étonné de ne trouver aucune mention de mon nom dans ce travail, ne pouvant concevoir qu'un observateur pyrénéen puisse ignorer les travaux de la Société Ramond. Toutefois je n'aurais pas réclamé si M. Garrigou avait donné des preuves fondées sur des observations indépendantes. Mais notre confrère s'est borné à décrire certains dépôts que de Charpentier avait décrits il y a un demi-siècle comme étant incontestablement formés par les eaux diluviennes (c'est-à-dire comme étant de l'époque glaciaire). La stratification plissée que présentent ces dépôts est assez commune dans les dépôts glaciaires (*Jura*, Desor), et néanmoins ceci paraît être le seul caractère qui ait conduit M. Garrigou à les classer dans le terrain tertiaire. D'ailleurs, on croira difficilement que les vallées

actuelles soient les mêmes que celles de l'époque miocène et que les agents de dénudations aient laissé des dépôts meubles miocènes dans les vallées de montagne.

Je répondrai à M. Stuart Menteath, dit M. Garrigou, que si j'ai fait le reproche à M. Leymerie d'avoir confondu le poudingue éocène des Pyrénées avec d'autres poudingues, ce n'est pas sans motif. M. le professeur d'Archiac, dont l'exactitude et la justice, en fait de science, pourraient être proverbiales, s'est gardé de donner le nom de poudingue de Palassou au poudingue de l'éocène. M. d'Archiac a appelé ce poudingue poudingue des montagnes, et c'est là le poudingue auquel se rapporte le poudingue que M. Leymerie a constamment appelé poudingue de Palassou. Si M. Stuart Menteath donne ce nom au poudingue de la base des coteaux de Jurançon et en fait du miocène, il n'est pas possible que ce soit là le poudingue des montagnes éocène. Je prétends encore qu'il faut s'entendre sur ces divers poudingues et savoir s'il existe un poudingue éocène, un poudingue miocène, et enfin un poudingue pliocène, qui serait celui du sommet des coteaux de Jurançon, etc.

Je dirai aussi à M. Stuart Menteath que, n'ayant pas eu l'intention de publier encore mes recherches sur l'étude des terrains glaciaires de l'époque tertiaire, je n'avais pas pris connaissance de tout ce qui a été publié à ce sujet. Une communication de M. Gastaldi m'a amené incidemment à parler des dépôts glaciaires tertiaires des Pyrénées. Je profiterai de cette occasion pour dire que les dépôts glaciaires quaternaires existent dans toutes les vallées des Pyrénées. Je les connais depuis la vallée d'Aspe jusqu'aux vallées du Tech et de la Tet. Il y a aussi dans presque toutes ces vallées des dépôts glaciaires tertiaires.

Si j'ai indiqué des dépôts tertiaires dans la vallée de Tarascon (Ariége), c'est parce que je les ai trouvés *stratifiés sous les dépôts glaciaires quaternaires* les plus anciens, et non en me fiant au puéril phénomène de plissement subi par ces dépôts, ainsi que l'a dit M. Stuart Menteath.

M. Garrigou communique, au nom de M. Magnan, la note suivante :

			Craie moyenne.	Cénomanien.	caire et argiles. Grès calcaire; argiles et dalles gréseuses, psammitiques, à empreintes végétales (niveau de l'île d'Aix). Conglomérat de Camarade; poudingues en couches réglées; argiles psammitiques; brèche incohérente formée de blocs de toute dimension; nombreux cailloux d'ophite.	*Cyclolites semi-globosa*, Mich. *Ostrea columba*, Desh. *Ostrea* de petite taille; *Gasteropodes*, *Hemiaster Desori*, d'Arch. *Caprina*, *Nautilus* *Janira quinquecostata*, d'Orb.	800 à 1000

sur une deuxième coupe des petites Pyrénées de l'Ariége. — l'Ophite (diorite), roche essentiellement passive, et Aperçu des érosions et les failles; par M. Henri Magnan (Pl. VI). (on back)

Il a peu de temps, M. Daubrée m'a fait l'honneur de présenter à l'Institut (1) une note *sur une coupe des petites Pyrénées de l'Ariége*, entre Cazères-sur-la-Garonne et Lacourt, au sud de Girons, qui démontrait : qu'à l'exception des formations crétacée et permienne, sans doute perdues par failles dans la profondeur, *tous les terrains* étaient représentés dans cette région; qu'ils étaient constitués comme partout; que leur puissance était considérable; qu'ils se divisaient en quatre séries correspondantes, l'une par rapport à l'autre, chaque série étant composée de divers termes concordants entre eux; que de nombreuses failles et des renversements venaient en compliquer l'ensemble, et qu'à *trois époques différentes* les Pyrénées avaient été bouleversées et dénudées, après la période de transition, après la période crétacée inférieure, après la formation de l'éocène. Depuis lors, de nouvelles courses, faites au nord du massif primitique et de transition de Riverenert et d'Esplas (S. E. de Saint-Girons), ont enrichi mes notes de plusieurs coupes N. S., parallèles à celle de Cazères à Lacourt, c'est-à-dire perpendiculaires à la direction moyenne des couches; ces coupes, qui commencent au granite et finissent au miocène de la plaine, sont venues corroborer mes dires et m'ont donné de plus la certitude que l'ophite des Pyrénées, sorte de diorite, à laquelle j'attribue généralement le soulèvement de nos montagnes, est une roche *essentiellement passive*.

Avant d'aller plus loin et pour l'intelligence de ce qui va suivre, je vais donner, sous forme de tableau, la caractéristique géologique et paléontologique des terrains, divisés en séries naturelles et en étages, qui constituent les petites Pyrénées de l'Ariége. Dans un travail complet que je prépare sur le sujet, je ferai connaître, en détail, la stratigraphie de ces terrains; six coupes générales parallèles, de nombreuses coupes de détail intercalées dans le texte et une carte géologique à l'échelle de $\frac{1}{80000}$, permettront de juger de l'importance et de la continuité des failles et des renversements qui les ont accidentées.

(1) *Comptes rendus*, vol. LXVI, p. 432.

Le tableau ci-joint montre, on le voit, que les formations pyrénéennes rentrent dans la loi commune; que le terrain de transition y est admirablement représenté; que le trias s'y montre avec ses trois étages; que le lias et le groupe oolithique y sont grandement développés; que la craie très-puissante, puisqu'elle atteint près de 3,000 mètres, y est plus complète que partout ailleurs; que l'éocène, marin et lacustre, y dépasse 1,100 mètres; et que le miocène et le pliocène couvrent d'une nappe épaisse le bassin sous-pyrénéen.

Quant à l'ophite, depuis longtemps je ne partageais pas, à l'égard de cette roche, les idées généralement reçues; j'étais arrivé, comme M. Virlet d'Aoust (1) et comme mon ami M. le docteur Garrigou (2), à la conviction qu'elle ne jouait pas dans les Pyrénées un rôle éruptif; mais je n'osais l'écrire sans avoir par devers moi les plus irrécusables preuves. Aussi, dans ma note insérée dans les *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, me contentai-je de dire à ce sujet :

« Le trias est complet; les marnes irisées gypseuses se développent largement; elles renferment de l'ophite en abondance; on peut suivre cette singulière roche sur 30 kilomètres de longueur entre le Salat et Saint-Martin-de-Caralp... »

J'ai aujourd'hui en mains les preuves que je cherchais depuis longtemps. Ce sont les petites Pyrénées de l'Ariége qui me les ont fournies. On peut observer dans cette région des ophites de plusieurs âges, des ophites cambriennes (Lacourt) et des ophites triasiques (bande entre le Salat et Saint-Martin-de-Caralp). Ces dernières, les plus importantes de toutes, sont toujours enserrées dans les marnes irisées gypseuses et salines; on les voit *partout* recouvertes par les calcaires, en petites couches et en plaquettes, de l'infra-lias à *Avicula contorta*, et reposant sur les cargneules et les calcaires compactes à *Encrines* du muschelkalk; et j'ai fini par comprendre pourquoi l'ophite et les terrains anciens se trouvaient à la base de nos grandes montagnes, souvent même au milieu de la plaine.

Je vais rapidement esquisser la coupe N. S. (Pl. VI, fig. 1), qui m'a donné le mot de l'énigme. La longueur de cette coupe est de 25 kilom.; elle commence au Pech d'Arbiel, élevé de

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, vol. XXII, p. 321.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, vol. XXIII, p. 830. Réunion extraordinaire à Bayonne. — *Id.*, t. XXII, p. 476. *Mém. Acad. des sciences*, Toulouse, 1866-1867, p. 648.

1,370 mètres au-dessus du niveau de la mer (massif de Riverenert et d'Esplas), passe à Tourné, Castelnau-de-Durban, Francou, le long de la cluse de l'Arize, puis à Balança, Lamothe, Ufferte, Porte-cluse, et se termine dans la plaine à Campagne et à Daumazan.

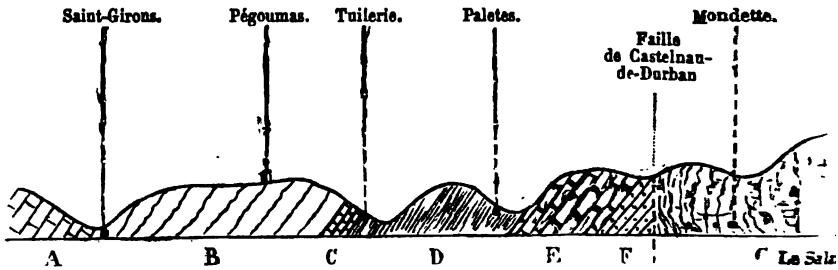
Du pech d'Arbiel à Castelnau-de-Durban, on peut étudier les trois étages du terrain de transition qui sont plissés et disloqués de mille manières; le cambrien ou laurentien, avec ses roches pétro-siliceuses, ses schistes graphitiques, ses dolomies (cet étage contient à Lacourt et au cap d'Erp, S. de Riverenert, du granite *comme stratifié*, de l'ophite, de l'eurite, du porphyre, des roches amphiboliques diverses); le silurien avec ses schistes ardoisiers, ses grauwackes schisteuses à *Orthis*, à *Cardiola interrupta*, à brachiopodes du groupe des *Davidsonia*, et ses calcaires noir bleuâtre, veinés de blanc par la barytine et le calcaire spathique, contenant des Encrines, des Orthocères et des polypiers; le dévonien, formé de calcaires bréchoïdes, dolomitiques, jaunâtres, marrons, quelquefois rougeâtres; d'argiles rutilantes, ferrugineuses, qui ont été souvent, et notamment ici, comprises dans le trias; de calcaires et de calschistes marmoréens, verts et rouges (marbre de Campan, marbre de Caunes), remplis de *Clymenia* et de *Goniatites*; et de schistes verdâtres satinés azoïques.

Une faille et en certains points des failles multiples, espacées de quelques mètres, mettent en contact, à Castelnau-de-Durban (entrée du vallon de Tourné), le silurien fossilifère avec les marnes irisées ophitiques du trias (1).

On voit, à la montée de Lespy, l'ophite verdâtre très-cristalline alignée est-ouest comme les marnes qui l'encaissent, passer insensiblement à une ophite un peu décomposée, contenant des cailloux plus ou moins roulés de calcaire, de

(1) Le muschelkalk n'apparaît pas ici; il est perdu dans la faille; mais il se montre à l'O., surtout sur la rive droite du Salat, entre Paletes et Mondette (S. de Saint-Girons), où il atteint 100 mètres de puissance. On le voit là, ainsi que l'indique la coupe ci-contre (p. 712), séparé de l'infra-lias par les marnes irisées ophitiques; il se compose : de cargneules ou calcaires caverneux, de calcaires gris compactes, de calcaires jaunes avec *nodules siliceux*, de calcaires bleus à l'intérieur, jaunâtres à l'extérieur, avec traces d'Encrines, de calcaires marrons, et repose sur les grès siliceux rougeâtres qui représentent le grès bigarré du trias, lesquels, près de Mondette, butent par faille contre le dévonien.

grès, de schistes. Cette ophite décomposée est là comme *emballée* entre de petites couches calcaires, de 0m,10 d'épais-



A Groupe oolithique. — B Lias. — C Infra-lias. — D Marnes irisées et ophite. — E Muschelkalk. — F Grès siliceux rougeâtre (grés bigarré). — G Dévonien.

seur, inclinées de 50° au nord, *rectilignes* (1). L'infra-lias, *très-concordant*, est au-dessus; il est suivi, jusqu'au delà de Francou, par les cargneules ou calcaires cariés, caverneux, et les calcaires rubanés du lias inférieur, qui représentent le groupe de la *Gryphæa arcuata*, par les calcaires compactes à *Pentacrinites scalaris*, Goldf., et les calcaires noduleux et marneux à *Pecten æquivalvis*, Sow., *P. disciformis*, Schl., *Lima*, *Terebratula punctata*, Sow., ou *subpunctata*, Davids., *T. Jauberti*, Desl., *Belemnites*, du lias moyen; par les marnes du lias supérieur; par les calcaires dolomitiques et les dolomies grises, brillantes, fétides de l'oolithe.

Jusqu'ici, et en mettant de côté les failles, tous ces terrains sont dans leur position normale (Pl. VI, fig. 1); vers le sud, c'est-à-dire entre le Pech d'Arbiel et Castelnau-de-Durban, le terrain de transition est très-ondulé, très-plissé, puis, entre ce village et Francou, le trias, l'infra-lias, le lias inférieur, le lias moyen, le lias supérieur et l'oolithe, sont inclinés de 45° environ, vers le nord.

Mais, dès qu'on rencontre l'Arize, qui coule dans une faille, dirigée comme les Pyrénées E. O., faille remplie d'argile rouge ferrugineuse pisolithique, on observe une nouvelle série *subverticale*, *complétement renversée*. En effet, grâce à cette petite rivière, qui tourne bientôt à angle droit, dans une cluse dont l'entrée est dominée par les ruines du château de Saint-

(1) De Lespy à Segalas, petit hameau au N. E. de Castelnau-de-Durban, on observe partout les ophites à cailloux roulés intercalées entre les petites couches calcaires.

Barthélemy, on peut voir l'albien et l'aptien, avec leurs calcaires compactes gris à *Caprotina Lonsdalii*, d'Orb.? à *Cidaris pyrenaica*, Cott., à Huîtres crêtées, leurs argiles schisteuses et calcaires argileux noirâtres, à *Orbitolina conoidea* et *discoidea*, Alb. Gras, à *Serpula*, suivis par le néocomien représenté par des calcaires gris à *Caprotina Lonsdalii*, d'Orb.? à *Nerinæa*, et des dolomies brillantes. La puissance de la craie inférieure est ici de 1000 mètres. Au delà, des failles également remplies d'argile rouge ferrugineuse font apparaître un lambeau calcaire appartenant à l'aptien, avec *Ostrea aquila*, d'Orb. (*Exogyra sinuata*, Sow.), *Cidaris pyrenaica*, Cott., *Caprotina*. Puis on trouve, avant d'arriver au moulin de Camp-Bataillé (Carte du Dépôt de la guerre), les dolomies brillantes grises et fétides de l'oolithe supérieure et moyenne, qui affectent des formes étranges; les calcaires à Bélemnites et à Entroques de l'oolithe inférieure; les marnes du lias supérieur, le lias moyen avec de nombreux fossiles : *Pecten æquivalvis*, Sow., *P. disciformis*, Schl., et autres, *Belemnites*, *Lima*, *Terebratula subpunctata*, Davids., *T. Jauberti*, Desl., *Rhynchonella tetraedra*, Sow., *Gryphæa Maccullochii*, etc. Après le moulin, les cargneules et les calcaires caverneux, comme bréchoïdes, du lias inférieur; les calcaires en petites couches de l'infra-lias; les marnes irisées ophitiques, gypseuses et salines; les cargneules et calcaires du muschelkalk et les grès siliceux rougeâtres et bigarrés du trias. Plus loin, çà et là, apparaissent quelques lambeaux du terrain de transition (1).

Les couches liasiques, triasiques et de transition sont recouvertes en majeure partie, au nord du moulin de Camp-Bataillé, par le conglomérat de la base de la craie moyenne qui, discordant par rapport à la craie inférieure, correspond, ai-je dit (2), aux grès à *Orbitolina concava* des Corbières, de Fouras et de la Provence (3). (Ailleurs et en bien des points, notamment en

(1) A 2 kil. O. de l'endroit où passe ma coupe, on peut, en suivant la route départementale de Saint-Girons à Pamiers, par le Mas d'Azil, étudier *la même série renversée*, brisée par de nombreuses failles. Le trias que l'on voit à l'église de Clermont (la Grausse) apparaît de nouveau plus au N. à Garaud, près de Gaussaraing; il contient du gypse exploité, et une source salée sourd dans le ruisseau. Le Dr Garrigou a indiqué le gisement triasique de Clermont dans le *Bulletin* de la Société, 2e série, t. XXIII, p. 424.

(2) *Compt. rend.* Note citée.

(3) C'est à M. d'Archiac que revient l'honneur d'avoir le premier signalé

descendant la vallée du Volp, entre Crabé et Montardit, on voit que ce conglomérat repose, d'une manière transgressive, tantôt sur la craie inférieure, tantôt sur les dolomies fétides de l'oolithe, tantôt sur le lias et le trias, tantôt sur des quartzites, sans doute du permien, tantôt enfin sur des roches plus anciennes.)

Ce conglomérat, sans contredit un des terrains les plus intéressants des Pyrénées, forme, à lui seul, à l'ouest de ma coupe, la montagne de la Fontaine-del-Fer (718 mètres) et celle de Cabanères (signal 751 mètres), près de Camarade-la-Vieille. Sa base est constituée, ici comme à Félade (voir ma note précédente insérée dans les *Comptes rendus*), par une sorte de brèche incohérente, de couleur sombre, formée de blocs de toutes dimensions, peu ou point roulés, qui atteignent souvent plusieurs mètres cubes ; sa partie supérieure par des poudingues bréchoïdes, à pâte plus ou moins claire, en couches réglées, au milieu desquels se montrent des argiles plus ou moins schistoïdes psammitiques, à dalles gréseuses, très-micacées et à bancs de grès grossier. Les roches qui composent ce conglomérat *sont toutes antérieures à l'époque cénomanienne.* On y trouve des blocs de nature cristallophyllienne, pétro-siliceuse, des schistes, des dolomies, des calcaires marmoréens verts et rouges appartenant aux terrains anciens, des quartzites du permien?; des grès, des poudingues triasiques, *de nombreux cailloux d'ophite*, des calcaires caverneux, rubanés et noduleux du lias, des dolomies fétides de l'oolithe, des calcaires à *Caprotina*, à *Terebratula sella* et à *Orbitolina* du crétacé inférieur. Sa puissance près de Camarade, où il recouvre directement les couches salifères triasiques, dépasse 600 mètres. Aussi le désignerai-je à l'avenir sous le nom de *conglomérat de Camarade.*

Cette puissante formation détritique bute par faille, à Ba-

---

dans les Corbières (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e série, t. VI, p. 369 et 418) une discordance de stratification entre la craie moyenne, — grès à *Orbitolina concava* du col de Capella, — et la craie inférieure à Caprotines. Plus tard, M. le Dr Garrigou (Étude de l'étage turonien du terrain crétacé supérieur le long du versant nord de la chaîne des Pyrénées, *Bull.*, 2e série, t. XXIII, p. 419) a reconnu aussi la discordance qui existe entre les deux grandes périodes crétacées; mais il n'a fait qu'entrevoir à Celles, à Salies, à Capvern, etc., le conglomérat de la base, qu'il a rangé dans le turonien, croyant, sur l'autorité de savants géologues, que la craie inférieure des Pyrénées était cénomanienne.

lança, contre les grès et les calcaires de la craie supérieure, subverticale ou plutôt renversée sur le garumnien et le nummulitique. C'est la continuation de la brisure que j'ai indiquée à Félade (*loc. cit.*). A Lamothe, la faille que j'ai aussi signalée à Tourtouse se retrouve et fait buter le nummulitique *renversé* contre le nummulitique *normal*, lequel plus loin, en compagnie du garumnien (1) et de la craie supérieure et moyenne, se courbe en voûte. C'est la continuation du bombement d'Ausseing et de Saint-Michel, qui se termine à 2 kilomètres au S. E. d'Ufferte, près du signal de Lasserre (572 mètres) (2). A Lapiche, avant d'atteindre Porte-cluse, le nummulitique est surmonté par le poudingue de Palassou, très-puissant (au moins 1,000 mètres) (3), çà et là recouvert par le pliocène ou diluvium des plateaux. Plus loin, ce poudingue s'enfonce, un peu avant

---

(1) Cet étage, dont la science est redevable à M. Leymerie, se divise en trois parties : deux assises de marnes ordinairement rutilantes, qui enserrent des bancs puissants de calcaires compactes, siliceux, sub-lithographiques, gris clair, d'origine fluvio-lacustre. L'assise marneuse supérieure, un peu glauconieuse et blanchâtre dans la Haute-Garonne et dans la partie occidentale de l'Ariége, contient les fossiles de la *colonie crétacée d'Ausseing* ; l'inférieure, à laquelle des couches de grès et de calcaires caverneux sont subordonnées, renferme des débris de carapaces de tortues, de sauriens et quelques coquilles d'eau saumâtre et marine.

L'épaisseur du garumnien varie entre 200 et 400 mètres (c'est à Ufferte, où l'élément calcaire domine, qu'il atteint, dans l'Ariége, sa plus grande épaisseur). On peut suivre ce terrain sans aucune interruption, des bords de la Garonne jusque dans les Corbières, où il se développe d'une façon remarquable. C'est la partie supérieure et moyenne du groupe d'Alet de M. d'Archiac (*Mém. Soc. géol.*, 2e série, vol. VI, p. 315). Les grès siliceux inférieurs de ce groupe représentent la craie de Maëstricht et le sénonien, en partie, d'Alc. d'Orbigny.

(2) A quelques kilomètres à l'O., et notamment dans la vallée du Volp, au Pas-de-Gazaille, sur le nouveau chemin de Mérigon à Sainte-Croix, la partie inférieure de ce bombement laisse voir le conglomérat incohérent, à gros blocs, de Camarade, directement recouvert par les argiles avec dalles gréseuses, à empreintes végétales (niveau de l'île d'Aix), et par des grès siliceux, psammitiques, souvent un peu calcaires, remplis, en certains points, d'*Ostrea columba*, Desh., de *Cyclolites semiglobosa*, Mich., d'*Hemiaster Desori*, d'Arch., de *Janira quinquecostata*, d'Orb., de Nautiles, etc., qui sont, à leur tour, recouverts par des grès à *Hippurites* et à *Turbinolia*, du turonien d'Alc. d'Orbigny.

(3) Voir, quant à ce terrain, dont l'âge (éocène sup.) a été déterminé pour la première fois par le savant paléontologiste toulousain, M. Noulet

d'arriver à Daumazan, sous les strates horizontales du miocène de la plaine, qui constitue le bassin sous-pyrénéen proprement dit.

J'ai tenu à faire connaître, dès aujourd'hui et en entier, cette coupe, parce que, je le répète, elle donne à propos de l'ophite le mot de l'énigme. En effet, les petites Pyrénées de l'Ariége, qui ne sont pas cachées comme les environs de Dax et de Bayonne sous le miocène et le pliocène, montrent que des terrains dont la puissance est énorme (plusieurs mille mètres), ont été courbés en S gigantesque, *renversés*, faillés, puis dénudés et recouverts plus tard, en discordance, par des dépôts divers. Dès lors tout s'explique, tout s'éclaire de la plus vive lumière; on comprend pourquoi on trouve, en avant de la chaîne principale, dans la plaine ou à la base des montagnes, presque cachés sous des formations relativement récentes, les granites à mica palmé de Loucrup, au N. E. de Lourdes, les granites décomposés, les syénites, les roches talqueuses, les ophites cambriennes du pont de Pouzac et de Gerde, près de Bagnères-de-Bigorre, les schistes de transition d'Espancoussès, dans la Haute-Garonne, les talcschistes du Pouy de Montpéroux; les ophites triasiques et les salines de Dax, de Villefranque, de Saliès-en-Béarn, de Saliès-du-Salat, de la vallée de Lens, de Camarade et de Gaussaraing dans l'Ariége; et on comprend aussi pourquoi nos maîtres, des savants illustres, ont cru que l'ophite était une roche éruptive. En effet, relevée après l'époque crétacée inférieure, démantelée ensuite par les eaux de la mer cénomanienne, l'ophite a été, suivant qu'elle formait des protubérances plus ou moins élevées, ici recouverte par le conglomérat de cette époque (Saliès, Camarade, Gaussaraing, Bagnères-de-Bigorre, Helette, etc.), là par la craie supérieure, comme dans les Basses-Pyrénées, ailleurs par le nummulitique, ailleurs encore, comme dans les Landes, par le miocène et le pliocène. Cette roche paraissait sortir de dessous, venir de l'intérieur, sous forme de typhon.

Ainsi que l'ont dit, avec juste raison, M. Virlet d'Aoust, M. Garrigou et d'autres géologues, il y a des ophites de plusieurs âges. Je crois même qu'à l'avenir on pourra facilement les reconnaître. Les ophites de transition passent souvent à la

---

(*Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XV, p. 227), le remarquable travail de M. l'abbé Pouech : *Mémoire sur les terrains tertiaires de l'Ariége*, etc. (*Bull. Soc. géol.*, t. XVI, p. 381).

syénite, au granite décomposé (c'est à ce niveau qu'on trouve la lherzolite et la serpentine des Eaux-Bonnes, de Portet, de la haute vallée du Gers, de l'étang de Lherz); elles avoisinent des roches qui renferment beaucoup de minéraux, tels que la couzeranite, la trémolite, etc. (Aulus, Saint-Béat, Pont-de-Pouzac, vallée d'Arrens, Lacaune, dans le Tarn), quelquefois du gypse (Lacourt); les ophites triasiques sont accompagnées de marnes irisées, toujours gypseuses et salines, avec cristaux de quartz bi-pyramidés (hyacinthe de Compostelle) et calcaires jaunes, argileux, en plaquettes (bande entre le Salat et Saint-Martin-de-Caralp, Saliès-du-Salat, environs de Gaussaraing, vallée de Lens près de Marsoulas, Villefranque, Gaujac, Saliès-en-Béarn, Bastennes et Dax); elles contiennent aussi quelquefois des cailloux roulés (Lespy, Ségalas, près de Castelnau-de-Durban, Taurignan-le-Vieux); les ophites du jurassique et de la craie inférieure sont enserrées dans des argiles auxquelles elles passent, sans trace de plaquettes calcaires (sud de Bagnères-de-Bigorre).

Maintenant, qu'est-ce que l'ophite? Tout me porte à croire que cette roche est d'origine hydro-thermale, comme le gypse et le sel qui l'accompagnent (1). Il restera à expliquer la présence des cailloux roulés qu'elle renferme quelquefois; mais il est un fait certain, qui me semble indiscutable, c'est que l'ophite est *essentiellement passive*. Contemporaine des terrains au milieu desquels elle est enserrée, elle ne se montre jamais dans le joint des innombrables failles qui accidentent les Pyrénées, et, il faut bien en convenir, ce serait pourtant là qu'on devrait la trouver si elle était réellement éruptive, si elle s'était épanchée à des époques relativement récentes, si elle avait soulevé nos montagnes comme on le dit tous les jours; d'un autre côté, je ne lui ai jamais vu jouer le rôle métamorphique qu'on lui attribue; les calcaires ordinaires compactes, argileux et *fossilifères* de l'infra-lias, qui recouvrent l'ophite sur 30 kilomètres de longueur dans les petites Pyrénées de l'Ariége, et les calcaires à débris d'Encrines du muschelkalk qui la supportent sont là pour en témoigner. Je dois ajouter que les dolomies, dans les Pyrénées, ne sont pas dues au métamorphisme des roches; dans l'oolithe notamment, elles contiennent quelquefois des fossiles et se trouvent comprises entre les roches *très-fossilifères*

(1) J'ai quelquefois observé, notamment dans le trias des Corbières, des blocs d'ophite perdus au milieu de masses gypseuses.

et non dolomitisées du lias moyen et supérieur et du crétacé inférieur.

Disons un mot maintenant des dénudations qui ont eu lieu à diverses époques géologiques et de l'importance des failles et des renversements.

On a généralement négligé beaucoup trop jusqu'à présent l'étude des dénudations. Je suis certain qu'avant peu cette étude fera voir sous un jour nouveau la géologie de la France.

Un coup d'œil jeté sur la coupe qui accompagne cette note montre que plusieurs mille mètres de couches ont été enlevés en certains points, à diverses époques, par les eaux; les trois étages du terrain de transition, aujourd'hui plissés, non continus, s'étendaient autrefois en bancs horizontaux se superposant l'un à l'autre; disloqués et ensuite balayés, ils ont fourni, avec les roches cristallophylliennes, les matériaux détritiques au moyen desquels, dans le monde entier, les terrains houiller, permien et triasique ont été formés.

Plus tard, après les dépôts tranquilles du jurassique et du crétacéinférieur, est venu le cataclysme qui a mouvementé (qu'on me permette ce néologisme) en bien des lieux, dans les Pyrénées notamment, les couches comprises entre le granite et la craie albienne. Alors, en Europe comme presque partout, d'immenses érosions eurent lieu, très-considérables là où les terrains furent fortement relevés, nulles ou presque nulles là où ces terrains restèrent horizontaux et se déposèrent; tantôt en *discordance* sur des formations diverses (Pyrénées, Plateau central, Belgique, Prusse, monts Sudètes, Carpathes, Balkans, Sicile, Grèce, Turquie d'Asie, Caucase, Asie, Amérique du nord, etc.), le conglomérat bréchoïde de Camarade, les poudingues et les grès des provinces Cantabriques, les grès à *Orbitolina concava* de la Charente, les grès verts du Mans et du bassin de la Loire, le tourtia de la Belgique, le Hils-conglomérat et le Quadersandstein inférieur de l'Allemagne, les poudingues-brèches des contrées méditerranéennes et de la mer Noire, les grès à *Cardium hillanum* de l'Inde, les grès et sables à *Pecten quadricostatus* et *quinquecostatus* de la Delaware et du Texas; tantôt en *concordance* ou *presque en concordance*, sur la craie inférieure (Angleterre, bassin parisien, Alpes occidentales, Provence, Espagne, Afrique, etc.); les mêmes grès verts à *Orbitolina concava*, et les couches à *Ammonites varians* et *rhotomagensis* du Yorkshire, de l'île de Wight, de Rouen, de Ballon, d'Escragnolles, de la province de Constantine, etc.

Plus tard encore, au-dessus des couches détritiques de l'époque cénomanienne, s'accumulèrent, durant une période de calme relatif, les dépôts de la craie turonienne, sénonienne et de Maëstricht, du garumnien et de l'éocène. Cette période, qui ne fut troublée que par des oscillations plus ou moins lentes, auxquelles sont dues la présence, en certains points, de formations lacustres et de roches poudinguiformes et gréseuses, se termina par la dernière catastrophe qui vint donner aux Pyrénées leur grand relief, relief bien autrement puissant que celui que nous apercevons aujourd'hui, car ce sont les débris provenant de ces montagnes qui ont comblé les deux immenses bassins miocènes qui s'étendent en strates horizontales à leur pied, bassins arrosés aujourd'hui par l'Ebre et la Garonne.

La plupart des accidents dont il a été fait mention dans l'Ariége se prolongent le long de la chaîne, et, afin que l'on puisse facilement en juger, j'ai marqué, par divers pointillés, sur une carte des Pyrénées (Pl. VI, fig. 2), à l'échelle de la petite carte géologique de la France, les grandes failles que j'ai observées à la base des hautes montagnes.

L'accident remarquable dont j'ai parlé il y a quelque temps, c'est-à-dire la bande nummulitique garumnienne et crétacée supérieure *renversée* de Tourtouse et de Félade, que nous venons de retrouver entre Balançà et Lamothe (Pl. VI, fig. 1), se poursuit sur près de 400 kilomètres de longueur, de la Méditerranée à l'Océan, ou mieux, de Tuchan (Aude) aux environs de St-Jean-de-Luz dans les Basses-Pyrénées, par le pied nord du pic de Bugarach, Sougraigne, Brenac, Nébias, Belesta, Pereille, Vernajoul (cluse au N. de Foix), Baulou, Balança-Lamothe, Camarade, Félade-Tourtouse, Saliès-du-Salat, vallée de Lens, St-Martory, Lieoux-Latoue. Cachée par le miocène et le pliocène du plateau de Lannemezan, on la retrouve à Orignac, au nord de Bagnères-de-Bigorre, où mon savant maître, M. Leymerie, a signalé depuis longtemps la craie renversée sur le nummulitique, puis à Ossun, près de Tarbes, de là à Bidache et à St-Jean-de-Luz, sur l'Océan; c'est le célèbre observateur des Pyrénées, Palassou, qui l'a indiquée par Coarraze, Nay, Bosdarros, Gan, Lasseube, Haget, Luc, Dognen, Camblong, Montfort, Laas, Orriule, Sauveterre et Bidache (1).

(1) *Mém. pour servir à l'hist. nat. des Pyrénées et des pays adjacents*, t. I, p. 310 et suiv., 1815.

Je désignerai, dans mon prochain travail, les deux brisures qui enserrent cette bande, sous les noms de failles de Lens et de Camarade.

La faille de l'Arize, au nord de laquelle la série crétacée inférieure, jurassique, triasique et de transition est renversée, se continue à l'ouest; elle passe à Montesquieu, au nord de Taurignan-le-Vieux, suit le Salat entre ce village et Lacave, se retrouve près de Ganties, d'Encausse et de Barbazan. Plus loin on l'observe à Basus, où elle a été signalée par M. Hébert (1), puis au pied N. de la penne de Lhéris, à Bagnères-de-Bigorre, à Lourdes, à Arudi, à Saint-Cristau; elle se poursuit sans doute au delà.

La faille de Castelnau-de-Durban, qui fait buter, dans ce village, les marnes irisées du trias contre le silurien, se voit à l'est, près de Foix et de Celles; à l'ouest, je l'ai reconnue sur les bords du Salat, à Mondette, où elle met en contact les grès siliceux du trias et le dévonien. Mon ami M. le docteur Bleicher, qui s'occupe depuis quelque temps de la géologie de la partie la plus occidentale de l'Ariége, m'a appris qu'elle se continuait dans le massif du pic de Lestelas. C'est la même qui passe au sud d'Aspet, à Juzet, aux bains de Siradan et de Sainte-Marie, près de Sarrancolin, dans la vallée d'Aure. Au S. E. de Bagnères-de-Bigorre, elle met le corallien à Nérinées de Bayen, entre le terrain de transition de la Vialette (Lesponue) et le lias du vallon de Serris (2). C'est encore la même brisure que M. Leymerie et moi avons remarquée, l'été dernier, à la limite des Hautes et des Basses-Pyrénées, vers la partie supérieure de la vallée de Lauzom, et qui fait buter les terrains secondaires contre le silurien du lac de Cap-de-la-Teste, au N. O. d'Arrens. Comme celle de l'Arize, elle doit se poursuivre au delà.

La direction de ces failles varie entre E. O. et O. 30° N. La moyenne serait donc O. 15° N.

D'autres failles s'observent dans le terrain de transition; celle indiquée sur ma coupe, à Tarteing, est très-bien indiquée, vers l'ouest, par le cours du ruisseau de Nert, affluent du

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXIV, p. 337.

(2) C'est à M. Ém. Frossard, le savant président de la Société Ramond, que l'on doit la connaissance du gisement liasique de Serris (*Bull. Soc. Ramond*, t. II, p. 69). J'ai recueilli là, entre autres fossiles du lias moyen, le *Pecten æquivalvis*, Sow.

Salat; mais la nature schisteuse des roches, ainsi que les nombreuses dislocations et les plissements répétés, empêchent qu'on puisse suivre ces failles sur de longues étendues.

Les brisures plus ou moins parallèles dont je viens de parler ne sont pas les seules que l'on puisse constater à la base du versant N. des Pyrénées. Plusieurs sont en partie cachées par des terrains récents. Il est à présumer que les accidents des environs d'Orthez, de Dax et de Bastennes sont la continuation de ceux que l'on observe au mont Alaric et dans le voisinage du massif de transition de Monthoumet (Corbières) suivant des lignes orientées O. quelques degrés N.

Si nous sortons des Pyrénées, dans l'Aude, dans l'Hérault, dans les Cévennes, les accidents sont tout aussi grandioses. J'ai indiqué dans ces régions de longues failles dirigées N. 35° E. (système du mont Seny) qui se sont produites à la fin de l'époque éocène en même temps que celles des Pyrénées dirigées O. 15° N., ce qui prouve que les directions ne peuvent pas servir à caractériser l'âge des montagnes. J'ai signalé aussi dans les Corbières et dans les Cévennes de puissants renversements et dit que ces deux chaînes se liaient aux Alpes par une série de rides parallèles (1).

Depuis longtemps, M. Élie de Beaumont a appelé l'attention sur l'importance des ruptures de l'écorce terrestre. Dans ces dernières années, M. Lory a prouvé que les Alpes du Dauphiné et de la Savoie sont dues à d'immenses brisures linéaires, que des renversements s'observent à chaque pas et que les dénudations y ont enlevé des mille mètres de couches (2). M. Ébray est arrivé aux mêmes conclusions en étudiant la Savoie, le Morvan et l'Ardèche (3). M. Guillebot de Nerville a aussi démontré que les failles ont accidenté sur une vaste échelle le massif de la Côte-d'Or (4); les géologues qui se sont occupés du Jura ont fait connaître les nombreuses failles et les plissements qui impriment à ce pays un facies tout particulier.

On le voit, partout failles, presque partout renversements de

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXIV, p. 721.

(2) *Descr. géol. du Dauphiné*, 1860-1864. *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XX, p. 232. *Id.*, t. XXIII, p. 481.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XVI, XIX, XX, p. 441; t. XXI, p. 293; t. XXIII, p. 172; t. XXIV, p. 401.

(4) Carte géologique de la Côte-d'Or, 1852-1853.

couches, partout dénudations, et le long de ces failles, qui mettent en communication directe l'intérieur avec l'extérieur, sourdent les eaux thermales des Pyrénées, des Alpes et des Cévennes.

Tout en reconnaissant que les causes actuelles ont joué le grand rôle dans les diverses formations, on est bien forcé de convenir, en présence de pareils accidents et de semblables dénudations, qu'à certaines époques, moins nombreuses, il est vrai, qu'on ne le croyait autrefois, de grandes forces, autrement puissantes que celles invoquées par les partisans exclusifs de la théorie anglaise, ont bouleversé notre planète; on est bien forcé d'admettre qu'après de terribles commotions, qu'après des affaissements suivis de brisures gigantesques, des déplacements alternatifs de la mer ont eu lieu, qui ont balayé à la fois des mille mètres de couches et amoncelé en certains points les immenses débris dont le conglomérat de Camarade nous fournit un si bel exemple.

Si maintenant nous recherchons la cause de ces accidents, à l'exemple de savants éminents nous la trouvons dans la diminution du noyau terrestre par suite du refroidissement; des vides se forment, des couches solides s'affaissent pour les combler; elles se plissent pour se loger dans un espace plus restreint; des failles se produisent dont une des lèvres reste en saillie sur l'autre. Voilà l'origine des montagnes. Puis des dénudations ont lieu, de nouveaux terrains se déposent, qui sont à leur tour disloqués et démantelés. C'est ainsi que la nature continue son œuvre et que se forment les roches détritiques si abondantes partout. C'est d'une grandiose simplicité et en rapport direct avec l'observation.

Un fait important qui demeure acquis à la géologie pyrénéenne et que démontre la coupe qui accompagne ce travail et surtout celle si *complète* et si *expressive* insérée dans les *Comptes rendus*, fait qui sera corroboré plus tard par les coupes que je me propose de publier sur l'Ariége, sur l'Aude et sur les Hautes-Pyrénées, c'est qu'en dehors des trois catastrophes dont j'ai parlé les couches qui constituent nos montagnes n'ont pas été fracturées; des oscillations plus ou moins lentes se sont seulement produites qui ont permis à certains terrains de se développer plus ou moins en quelques points. Le tableau ci-joint qui résume mes observations nous montre, en effet, que les divers termes de la 2e série (éocène, garumnien, craie supérieure et moyenne) sont concordants entre eux, et qu'il en est de

même des terrains appartenant à la 3e série (crétacé inférieur, groupe oolithique, lias et trias), etc. Il faut donc renoncer à voir dans les Pyrénées la trace des systèmes du Thuringerwald et de la Côte-d'Or. On est forcé d'admettre, en présence de la concordance du trias et du lias, de l'oolithe et de la craie inférieure, que les fractures que plusieurs savants croyaient appartenir à ces systèmes se sont produites après la période crétacée inférieure, si ce n'est même en bien des cas après la formation de l'éocène à *Palæotherium*.

D'un autre côté, les failles, dirigées en moyenne O. 15° N. dans les Pyrénées et N. 35° E. dans les Corbières et les Cévennes, ayant affecté les unes et les autres *le même terrain*, l'éocène lacustre, lequel a été, ici et là, renversé et recouvert en discordance par les strates horizontales ou subhorizontales du miocène à *Dinotherium giganteum* (1), je suis amené à dire pour les Pyrénées, les Corbières et les Cévennes, ce que M. Lory, le savant professeur de Grenoble, a dit pour les Alpes (2) :

« Sans méconnaître la haute portée des savantes analyses de M. Élie de Beaumont, résumées dans la *Notice sur les systèmes de montagnes*, nous ne croyons pouvoir attacher à cette expression, *système de soulèvement*, qu'un sens purement *orographique*, pour désigner l'ensemble des accidents des redressements de couches, des dislocations de tout genre, coordonnés à une même direction moyenne, peu variable; mais nous ne saurions considérer cette direction comme caractérisant une époque unique et particulière de dislocations. »

Et ce que M. Ébray a formulé il y a peu de temps, en d'autres termes, pour les massifs du Morvan et de la Côte-d'Or (3).

Je conclurai en disant :

Les Pyrénées rentrent dans la loi commune; les terrains y sont constitués comme partout.

L'ophite (diorite) est une roche essentiellement passive.

Ces montagnes doivent leur relief à des failles immenses li-

---

(1) Voir ma note intitulée : *Sur un chaînon qui réunit les Corbières à la montagne Noire (Cévennes)*, *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XXIV, p. 721, et pl. VI, fig. 2.

(2) *Descr. géol. du Dauphiné*, p. 593.

(3) Nullité du système de soulèvement du Morvan, *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXIV, p. 717. Nullité du système de soulèvement de la Côte-d'Or et considérations générales sur la limite de la période jurassique et de la période crétacée, *Soc. des sciences indust.*, de Lyon, 1867.

néaires et non à des soulèvements comme on le pense généralement.

Les failles se sont produites à froid ; elles sont souvent remplies par des argiles rouges ferrugineuses, mais jamais par les roches réputées jusqu'à ce jour éruptives.

Par trois fois les Pyrénées ont été disloquées et dénudées sur une vaste échelle.

Les directions ne peuvent pas servir à caractériser l'âge des montagnes.

M. Garrigou fait la communication suivante :

Ophites des Pyrénées ; leur origine sédimentaire et métamorphique ; par M. F. Garrigou.

Les roches que Palassou et de Charpentier ont décrites sous le nom d'ophite semblent avoir attiré dans ces derniers temps, d'une manière particulière, l'attention des géologues.

Parmi les savants qui se sont occupés des diverses questions relatives à leur nature, MM. Dufrénoy, Élie de Beaumont, d'Archiac, Noguès, Leymerie, etc., ces deux derniers surtout, ont considéré et persistent encore à les considérer comme éruptives. Dufrénoy, en soutenant cette opinion, regardait aussi l'ophite comme de production récente. Telle est encore la théorie de M. Leymerie, qui diffère de celle de M. Noguès, puisque ce géologue suppose que l'ophite a percé les couches sédimentaires à diverses époques géologiques.

Contrairement aux autres géologues, M. Virlet d'Aoust pense que l'ophite est une roche sédimentaire, métamorphisée sur place, et qu'elle existe dans des terrains de divers âges.

Avant M. Virlet, plusieurs observateurs, dont les noms illustrent encore la géologie, avaient émis une opinion contraire à celle que soutiennent surtout MM. Noguès et Leymerie, à savoir que l'ophite n'est pas une roche volcanique. Montaut, d'Arcet, Bayen, Picot de Lapeyrouse, Ramond, Pasumot, Palassou, de Charpentier, Cordier, Dolomieu, d'Aubuisson, Brochant, etc., n'avaient pas hésité à soutenir contre Dietrich, Grateloup, Borda d'Oro, que l'ophite n'était pas due aux feux souterrains, que c'était un « grunstein et non pas un basalte. » Palassou et Cordier avaient même émis l'opinion que le grunstein semblait se comporter comme un terrain de dépôt.

Il a fallu arriver à notre époque pour voir formuler nettement sur l'ophite l'opinion que soutient M. Virlet.

Malgré l'isolement de M. Virlet, je n'ai pas craint, déjà depuis plusieurs années, d'inscrire mon nom après celui du savant ingénieur pour soutenir la même opinion que lui (1). Mes études dans les Pyrénées ont pleinement vérifié les observations de M. Virlet. Mon infatigable ami, M. Magnan, me charge de remettre aujourd'hui même à la Société une note dans laquelle il veut bien partager, au sujet de l'ophite, les mêmes opinions que M. Virlet et moi. Au mois de mai 1866, M. Sterry Hunt, le savant géologue-chimiste du Canada, envoyait aussi à l'Institut une note dans laquelle il admettait en grande partie l'état non volcanique des ophites.

Avant de détailler les faits que j'ai recueillis, je crois utile de faire quelques remarques essentielles sur ce qu'il faut entendre par une ophite.

Ainsi que le disent très-justement M. Virlet et M. Noguès, l'abbé Palassou a confondu sous le nom d'ophite des roches qui diffèrent souvent l'une de l'autre. Aussi M. Noguès demande-t-il qu'on supprime le nom d'ophite. Cependant, un caractère particulier à toutes ces roches comprises sous le nom d'ophite me fait dire que ce nom doit être conservé dans la minéralogie des Pyrénées. Ce caractère est la présence de la magnésie. Elles paraissent en contenir de 6 à 40 p. 100, soit d'après les analyses que j'ai pu consulter, soit d'après celles que j'ai faites moi-même. Aussi, plutôt que de créer un nom nouveau pour représenter le *genre* auquel appartiennent ces *espèces* diverses, je propose de le conserver, pour les Pyrénées, du moins.

L'ophite formerait donc, pour moi, parmi les roches, un genre, de même que le granite, les argiles, les calcaires ; il comprendrait des espèces et des sous-espèces ou variétés. On aurait, par exemple :

---

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XXII, p. 489 et suivantes.— *Mémoires sur l'Acad. des sciences de Toulouse*, année 1866-1867, p. 548.

Ophite (feldspath et magnésie).....	Amphibolite...	schistoïde, grenue, compacte, caverneuse.
	diorite.....	compacte, quartzeuse, sableuse, avec ou sans asbeste.
	spilite.	
	chlorite.....	schistoïde ou en masses.
	lherzolite.	
	Serpentine.	
	stéatite	schisteuse ou compacte.
	porphyre vert..	à pâte verte et à cristaux blancs, ou bien à pâte blanche et à cristaux verts.
Intermédiaires à l'ophite et au granite.....	syénite.	
	protogine.	
Granite (feldspath, quartz et mica).....	porphyroïde...	à grands et petits cristaux, avec ou sans mica.
	pegmatite.....	à grands ou à petits éléments, ou sous forme de pierre hébraïque.
	leptynite.	
	gneissique.	
Intermédiaires au granite et aux argiles.....	gneiss.	
	micaschiste.	
Argile (feldspath).....	schiste micacé..	
	phyllade.	
	ardoise.	

Ce tableau, que je ne fais qu'ébaucher aujourd'hui, mais que je me propose de discuter et de compléter plus tard, montre qu'il est difficile d'établir une limite bien tranchée entre les argiles, le granite et l'ophite, etc. En effet, la base de ces trois genres étant un feldspath, le gneiss et les micaschistes relient les argiles au granite; la syénite et la protogine servent d'intermédiaires entre le granite et les ophites, etc. C'est qu'il en est de la minéralogie et de la géologie comme des autres sciences; les éléments les plus différents se relient entre eux par une série d'intermédiaires. La base de la théorie des transformations successives me paraît vraie, non-seulement pour les êtres organisés, mais aussi pour le règne minéral. Chez les premiers, l'individu peut avoir une activité pour diriger la transformation; dans le règne minéral, l'individu est inactif; il subit la transformation survenue sous la simple influence des lois chimiques et physiques.

On ne peut conclure que l'ophite n'est qu'un genre minéralogique, comprenant plusieurs espèces, qu'après avoir vu sur place la même roche passer insensiblement à une infinité d'es-

pèces. Je ne saurais indiquer, dans les Pyrénées, de gisements plus aptes à montrer ces transformations que ceux du Tourmalet et du pic du midi de Bigorre, que j'ai déjà décrits (1), et celui de la montagne du Sahuque, entre Louvie (vallée d'Ossau) et Lurbe (vallée d'Aspe). C'est dans ce dernier gisement, au S. d'Arudie, que nous avons constaté, avec mon ami Louis Martin, la présence, dans l'ophite, de l'amphigène en beaux cristaux trapézoèdres et en masse compacte porphyroïde. Ces gisements, celui du Sahuque surtout, montrent d'une manière incontestable que l'ophite type peut subir une infinité de modifications capables de faire méconnaître sa nature si l'on n'a pas suivi ses nombreuses et insensibles transformations.

Ces faits indiqués, je vais aborder le principal sujet de mon nouveau travail :

1° Les ophites des Pyrénées proviennent de roches primitivement sédimentaires et sont elles-mêmes stratifiées. — Je puis dire immédiatement que tous les caractères physiques des roches stratifiées se retrouvent dans l'ophite, stratification, cailloux roulés, débris organiques.

1° *Stratification.* — Palassou avait le premier reconnu l'existence de la stratification dans l'ophite. Dès l'année 1798, dans le n° 49 du *Journal des Mines*, il combat l'opinion de Borda d'Oro, qui attribuait une origine volcanique à la roche qui m'occupe. Plus tard (2), il reconnut avec Borda d'Oro lui-même la stratification de l'ophite aux environs de Dax, au Puy d'Arzet. En 1816, Cordier (3) avait su trouver les rapports de stratification entre le grunstein, le trapp et les roches qui les environnent. Il fait remarquer que les laves, au contraire, n'ont, avec les terrains qui les environnent, aucune relation directe, soit de contexture, soit de composition, soit de stratification; elles sont adventives dans ces terrains. De Charpentier (4) avoue qu'il n'a pas trouvé dans l'ophite de stratification bien franche; il cite cependant la lherzolite comme se présentant en amas stratiformes au milieu des calcaires saccharoïdes. — M. Delesse (5) déclare que l'ophite n'appartient pas, à proprement

(1) *Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XXV, p. 97 et suivantes.
(2) *Mémoire sur l'ophite des environs de Dax.* Palassou, p. 225, 1819.
(3) *Journal de physique.* Cordier, octobre 1816.
(4) *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*, p. 501, 1823.
(5) *Ann. des Mines*, 5e série, 4e livr., t. XII, p. 187, 1857.

parler, aux roches éruptives. — M. Virlet a vu les rapports de stratification de l'ophite et des roches amphiboliques avec celles qui les environnent en Belgique, en Morée, en France, mais surtout au Mexique, sur une grande étendue de pays. Ces ophites étaient intercalées dans les schistes sans aucun dérangement des couches et passaient insensiblement à ces schistes.

Pour ma part, je puis signaler les ophites stratifiées dans un assez grand nombre de localités des Pyrénées : 1° dans la petite vallée d'Arignac, près de Tarascon (Ariége), où le gypse et l'ophite forment quelquefois des couches alternant entre elles; l'épaisseur des couches d'ophite varie de quelques centimètres à 1 et 2 mètres; 2° à Mercus et à Amplaing, entre Foix et Tarascon, l'ophite alterne en couches assez minces avec des calcaires, des gneiss et des granites; 3° à Saint-Antoine, aux mamelons qui séparent la vallée de l'Ariége de celle du Scios; 4° sur une infinité de points entre Foix et Saint-Girons; 5° à Salies (Haute-Garonne), à la carrière Cluzon et sur plusieurs points encore plus rapprochés du village, le gypse, qui forme de très-épaisses couches alternant avec l'ophite, contient tout aussi bien que cette dernière roche du talcschiste et des cargneules qui alternent avec eux; 6° aux environs de Baréges, j'ai déjà signalé (1) de nombreuses couches d'espèces diverses d'ophites parfaitement stratifiées, souvent schisteuses; 7° à Lourdes, Palassou avait déjà indiqué (2) dans l'ophite la présence d'un schiste argileux. J'ai vu dans ce point, au pied du pic de Ger, l'ophite alterner en stratification avec un schiste argileux et un calcaire gréseux ocré; 8° dans la vallée d'Estaing, au N. O. du Monné de Cauterets, se développent ces immenses épaisseurs de terrains anciens qui, formant le prolongement de ceux de Baréges vers l'O., vont rejoindre dans les Basses-Pyrénées, en passant au S. des Eaux-Bonnes ceux de l'O. du département, dont j'ai parlé dans l'un de mes mémoires antérieurs déjà cité. Dans cette vallée d'Estaing, au lieu dit Arréborocut, la paroi droite de la grotte qui porte ce nom est formée par une ophite en couche qui m'a présenté une stratification des plus nettes. Cette bande d'ophite a 3 mètres d'épaisseur. Elle passe insensiblement à un schiste vert chlorité, puis vient une couche de quartz, plus ou moins cristallin, quelquefois carié, avec cristaux d'amphibole, suivi d'un schiste

(1) *Bull.*, 2e série, t. XXV, p. 97 et suivantes.
(2) *Mém.* de 1819 déjà cité, p. 182.

violacé, quartzeux, contenant lui-même de l'amphibole; ce schiste est dur, feuilleté, compacte, et finit par passer à l'amphibolite avec pyrite et cristaux de galène cubique. Au-dessus, le quartz et le schiste ophitique forment une sorte de gneiss amphibolique, contenant en masse de la pyrite de fer. Le schiste fondamental de cette formation est un schiste argilo-quartzeux alternant avec des calcaires marmoréens. La stratification de cet ensemble est de E. 20° N. avec pendage au N. 9°. A Cauterets, les schistes argilo-siliceux, dans lesquels naissent les sources de César et des Espagnols, et qui forment la masse des roches de cette région, contiennent des schistes avec asbeste et diorite parfaitement stratifiés comme eux; 10° dans la partie O. des Basses-Pyrénées, vallées d'Aspe, de Laurhibare, de Saint-Jean-Pied-de-Port, on trouve à chaque instant des ophites ayant une stratification. Mais au sud de Cambo et d'Itzatsou, principalement, on peut voir une série considérable d'ophites de diverses espèces, passant insensiblement aux schistes argileux, talqueux, phylladiens, asbestiques, au talcschiste, au calcaire dolomitique et chlorité, le tout uniformément et parfaitement stratifié.

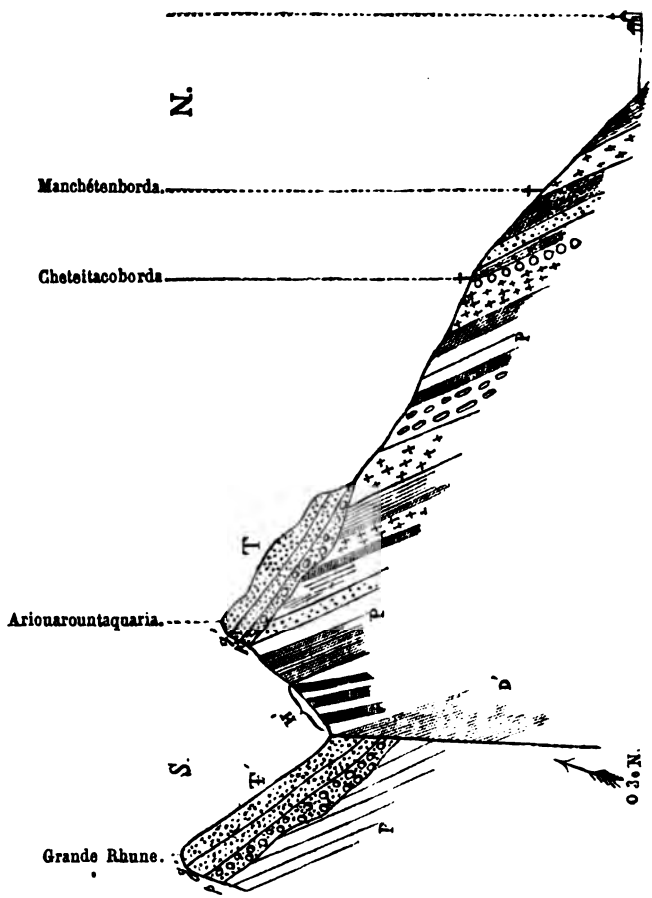
Si toutes ces roches ophitiques se comportant, quant à la stratification, comme un véritable terrain de dépôt, avaient été *reprises par le feu central* (comme on le dit bien souvent), fondues et remaniées, la stratification aurait, à coup sûr, complétement disparu. Si donc elles ont encore cette forme des terrains sédimentaires, c'est qu'elles l'avaient avant leur transformation. Bien que n'invoquant pas la même cause que M. Delesse, comme ayant produit cette métamorphose, je puis dire cependant avec lui (1) : « Les roches argileuses sont souvent métamorphisées en jaspe ou en toute autre chose au contact des roches trappéennes. Alors elles conservent plus ou moins la trace de leur stratification qui est indiquée par des veines parallèles. » Les ophites se comportent en cela comme les jaspes.

2° *Cailloux roulés dans l'ophite.* — Si l'existence de la stratification dans l'ophite est déjà une présomption en faveur de son origine sédimentaire, la présence de nappes régulières de cailloux roulés enfermés dans cette roche peut être regardée comme une des preuves des plus concluantes en faveur de la théorie de M. Virlet. J'ai pu observer, il y a quelques années,

(1) *Ann. des Mines*, 5e série, t. XII, 5e livr., p. 513.

le premier fait de ce genre signalé jusqu'ici dans la montagne de la Rhune (Basses-Pyrénées). Il est utile, je crois, de le décrire avec détails et de donner une coupe à l'appui.

La figure ci-dessous représente la coupe que j'ai relevée à la montagne de la Rhune quelques jours après le passage de la Société géologique dans cette région. Les sommets de la grande



Rhune et de la petite Rhune (Ariouarountauaria) sont formés par un lambeau de poudingue et de grès triasique; mais ce lambeau de trias reposerait, je crois, en stratification discordante sur les alternances qui, étant comprises entre un membre

du terrain houiller et le trias, doivent appartenir au terrain permien, ou bien au terrain houiller avec lequel il semble marcher en stratification à peu près concordante. M. Gindre (d'Itzatsou) a vu la discordance de stratification entre le trias et le permien bien plus nette encore dans les environs de Vera qu'à la Rhune. J'ajouterai que la faille qui a formé la vallée est très-exactement orientée 0.30° N., direction on ne peut plus fréquente dans le trias de cette région, soit en France, soit en Espagne ; j'ai pu m'en assurer aussi par moi-même.

En montant à la Rhune par le village d'Ascain, on gravit d'abord le flanc nord de la montagne, formé par du terrain permien. Une première formation ophitique se montre un peu au-dessous du lieu dit Manchétenborda ; on la voit un peu plus haut reposer sur des grès blancs et plonger au N. avec eux. Sous ces grès existent des alternances de schistes argileux diversement colorés, avec marnes et grès quelquefois psammites, ainsi qu'on peut le voir à Cheruenborda ; puis survient une épaisseur considérable de marnes grises. La direction de tout cet ensemble est de 25 à 28 degrés N. ; le plongement est de 45 à 50 degrés N., à part cependant sur le passage de quelques failles que nous n'avons pas à étudier ici.

Quand on arrive, sans perdre de vue ces alternances, à une bergerie appelée Cheteitacoborda, on trouve, sous des bancs de grès roussâtres, une nouvelle couche argileuse passant peu à peu à l'ophite ; cette dernière contient des cailloux roulés en nappes ; leurs axes sont tous dirigés dans le même sens, comme ceux des cailloux roulés entraînés par un courant d'eau. Les variétés de cette ophite sont : l'ophite grenue, compacte, porphyroïde. Le tout plonge de 45 degrés au N., en suivant la direction de 0,25 degrés N., déjà signalée. Ces bandes de cailloux roulés dans l'ophite se renouvellent et se montrent encore avant d'arriver à l'entrée de la vallée de la Rhune.

L'ensemble que je viens de décrire repose en stratification discordante, à ce qu'il m'a semblé, sur une bande de terrain houiller dans lequel la Société géologique a trouvé de la houille et des empreintes de plantes caractéristiques. Sur tout cet ensemble repose le trias avec ses grès et ses poudingues de la base, plongeant de 25 à 30 degrés au N. Un lambeau de ce terrain forme le pic Airaaré de la petite Rhune. La vallée formée entre la grande et la petite Rhune est le résultat d'une faille (0,30 degrés N.) du Thuringerwald, ayant redressé le trias et ayant amené au jour le terrain houiller.

Les cailloux roulés de l'ophite se trouvent aussi dans l'ophite de l'Ariége, à Castelnau-de-Durban, à Ségalas, à Lespy, à Taurignan (1), dans le Saint-Gironais; à Bagnères-de-Bigorre l'ophite contient des fragments de calcaire.

3° *Débris organiques dans les ophites.* — La science est bien pauvre en découvertes de ce genre, il faut l'avouer. Cependant M. Virlet d'Aoust a recueilli dans les roches ophitiques de la Morée de petits noyaux pisaires siliceux, enveloppés d'une pellicule de pyrite de fer, qu'Alexandre Brongniart n'était pas éloigné de regarder comme ayant une origine organique. Ne pourrait-on pas attribuer une même origine aux petites cavités ovales, de 3 à 5 lignes de diamètre, à parois recouvertes d'une mince couche de spath calcaire drusique, dont le centre est tantôt vide, tantôt occupé par de l'ocre, observées par de Charpentier dans les argiles fines et rouges qui accompagnent les ophites de la vallée de Leispars (Baigorry)? On croit aussi avoir trouvé des empreintes de trilobites dans les prasophyres des Vosges. Ce fait demande à être vérifié.

2° Il existe des faits physiques, stratigraphiques, géologiques, minéralogiques, s'opposant a ce que l'on attribue une origine volcanique aux ophites. — 1° *Faits physiques.* Cordier avait déjà comparé les unes aux autres les laves et les roches ophitiques. Celles-ci lui avaient paru conserver toujours une densité parfaite, tandis que les laves se présentent sous la forme de masses plus ou moins criblées de cavités bulleuses de toutes dimensions. Cette comparaison n'a pas une grande valeur en faveur de l'opinion que soutenait Cordier, car Palassou et de Charpentier ont signalé les premiers une ophite bulleuse à laquelle il faut rapporter les « *esponges* » de Palassou (2). J'ai moi-même indiqué (3) une ophite caverneuse à Lordat (Ariége).

Certaines ophites des Pyrénées, que j'ai fait fondre au fourneau de réduction, se sont divisées en deux couches très-distinctes, l'une, inférieure, avec quartz et feldspath; l'autre, supérieure, vitreuse, brillante, verte, avec amphibole portant des traces de cristallisation. Le basalte fondu ne m'a pas présenté un semblable aspect physique.

Les basaltes se divisent naturellement par prismes. Les masses

(1) Mon ami M. H. Magnan m'a indiqué ces dernières localités.
(2) Palassou, *loc. cit.*, p. 94, 1819.
(3) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XVII, p. 487.

ophitiques ne se divisent jamais ainsi. Borda d'Oro a bien signalé au Pouy-d'Arzet, près de Dax, un ou deux fragments d'ophite sur lesquels il avait cru retrouver la forme prismatique. Mais ce fait unique, comme le dit Palassou d'après Faget de Baure, ne peut servir à formuler aucune conclusion ni à fonder un système.

J'ai signalé plus haut la présence de cailloux roulés dans l'ophite et l'existence d'une stratification, caractères physiques qui ne se rencontrent jamais dans les dépôts volcaniques. Dans certains cas, il est vrai, des coulées volcaniques se sont répandues sur des dépôts alluviens qu'elles ont englobés dans leur masse en les bouleversant. Mais on peut voir, dans ces cas, que les galets déjà déposés ont été saisis par la coulée qui les a entraînés sans aucun ordre. Les axes de ces galets, au lieu d'être uniformément dirigés dans le même sens comme ceux des cailloux déposés et que la lave en marche n'a pas atteints ni déplacés, ont les directions les plus variables et les plus inattendues.

On n'a jamais trouvé dans l'ophite en couches ces *cheires*, ou accumulations de débris de tout genre entraînés par les laves, comme le ferait une rivière boueuse à l'époque de la débâcle des neiges. Jamais encore on n'a signalé dans l'ophite ces grottes aux stalactites vitreuses que renferment les véritables laves.

Les ophites se désagrégent au contact de l'air bien plus vite et bien plus profondément que les basaltes. Toutes les fois qu'on fait des tranchées dans les ophites, il faut bien peu de temps pour voir la surface de la roche s'altérer, devenir jaunâtre et se résoudre en une argile plus ou moins rouge. Toutes les ophites ne se comportent pas ainsi, car il y en a de bien résistantes aux agents atmosphériques, mais la plus grande partie ne le sont pas. Les basaltes sont, au contraire, très-difficilement attaquables.

2° *Faits stratigraphiques et géologiques.* — Les passages insensibles de l'ophite aux argiles et aux calcaires qui les renferment me semblent constituer l'un des faits les plus concluants que l'on puisse invoquer, parmi ceux que je vais examiner, en faveur de la nature non éruptive de l'ophite. Ces transformations graduelles, ces passages insensibles ont été vus dès le principe par des observateurs dont les descriptions géologiques seront toujours d'un grand poids dans la science. Je donnerai textuellement l'opinion de Cordier à ce sujet, opinion rappor-

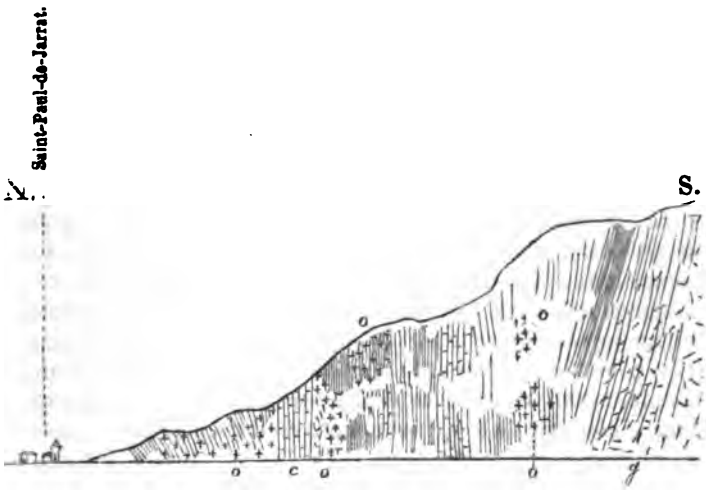
tée et admise par Palassou (1) : « Les savantes recherches de M. Cordier paraissent également propres à nous porter à croire que les grunsteins des environs de Dax et des Pyrénées ne doivent point être placés parmi les productions volcaniques; ce savant observateur nous apprend que les laves lithoïdes sont presque toujours évidemment adventives relativement aux terrains qui leur servent de support ou qui parfois leur sont superposés; n'ayant avec eux aucune relation directe de connexture ou de composition et souvent de stratification, les grunsteins et autres roches de la famille des trapps, considérés dans leur gisement, se lient, au contraire, aux roches contiguës. (*Journ. de Physique*, octobre 1816.) Nous avons vu que, soit dans les Pyrénées, de même qu'au pied de cette chaîne, ils étaient accompagnés ou mêlés de matières argileuses. »

La troisième partie du chapitre de Palassou sur l'ophite des Pyrénées est destinée à montrer aussi que l'ophite fait partie des couches argileuses ou calcaires qui les contiennent. J'ajouterai, aux observations faites par Palassou, une seule de mes coupes géologiques choisie parmi toutes celles que j'ai pu relever.

En allant vers Tarascon, quelques pas après l'auberge de Saint-Antoine, se présentent, s'élevant du sein des alluvions sur lesquelles est bâti Saint-Paul-de-Jarrat, une série de schistes argilo-calcaires alternant avec des couches de calcaire, le tout contenant une grande quantité d'amphibole verte. Les schistes deviennent peu à peu compactes et plus feldspathiques, passent à une sorte de porphyre vert à noyaux blancs; sur certains points la roche devient très-quartzeuse et contient parfois des cristaux de pyroxène; en plusieurs endroits elle est talqueuse. La stratification et les alternances sont parfaitement conservées; on dirait simplement que la masse stratifiée est imprégnée de minéraux et de substances amphiboliques. En s'approchant de la première bande calcaire (*c*), on voit le terrain prendre de plus en plus l'aspect de l'amphibolite et de la diorite. Bientôt la stratification *se fond* dans la masse ophitique qui conserve pourtant encore sur quelques points l'aspect feuilleté. L'ophite finit *presque* brusquement contre la bande calcaire *c*. Ce calcaire est dur, cristallin, résistant, légèrement bleu, veiné de blanc par du spath calcaire, et contient des cristaux de même

(1) Mémoire sur l'ophite des Pyrénées, p. 241, 1810.

nature. Il n'est pas fétide; sa cassure est raboteuse, à larges esquilles, jamais nette. Sur certains points, la roche est comme



pénétrée par l'amphibole. On y voit de nombreuses coupes de fossiles semblables à ceux déjà indiqués (1) à Saint-Genès-de-Celles, dans des calcaires dont ceux de Saint-Antoine ne sont que le prolongement vers l'O. (??), légèrement renversés, ainsi que le montre la coupe précédente. Au sud de la bande, le calcaire passe à une brèche schisteuse effloroscente, puis au schiste, exactement comme dans le silurien supérieur entre Celles et Saint-Genès. Plus loin encore, sur le trajet de la coupe, le calcaire contient des rognons rosés assez argileux, les schistes renferment des pyrites de fer et de la blende, ils deviennent efflorescents, passent à un calcaire magnésien, amphibolique, ferrugineux. A cent mètres de là, toujours au sud, après avoir trouvé de nouveau des schistes quartzeux et des calcaires avec Orthocères, *Evomphalus*, etc., imprégnés d'amphibole, passant même à l'ophite, on rencontre des alternances de granite et de gneiss, faciles à voir sur quelques points seulement, car des dépôts glaciaires les recouvrent. Ces alternances se terminent par la masse de granite qui se prolonge jusqu'à Taras-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXII, p. 508. — *Id.*, t. XXIII, p. 149.

con, et dans lequel est enclavé le calcaire laurentien de Mercus.

L'ensemble des roches que je viens de décrire plonge d'abord au N., puis au S., puis devient à peu près vertical, dans une bonne partie de l'espace qui sépare la première couche calcaire du second point ophitique ; les schistes finissent par s'appuyer sur les gneiss (*g*), en plongeant légèrement au N. Quelques centaines de mètres plus à l'E., jusque après le niveau de la fontaine de Cabanuc, les mêmes couches siluriennes ne contiennent plus d'ophite. Celle-ci est limitée à la roche de Saint-Antoine.

Est-il possible de voir dans ces roches autre chose qu'une modification des couches préexistantes opérée sur place, longtemps après leur dépôt et sans qu'elles aient subi le moindre dérangement dans leur ordre stratigraphique. Avec la théorie d'une injection d'ophite, physiquement inadmissible dans ce cas, comment expliquer la conservation de la stratification, la manière dont les couches schisteuses et calcaires se dégagent insensiblement de la masse même d'ophite, enfin, la présence de plusieurs lentilles d'ophite isolées et sans limites exactes au milieu des schistes et des calcaires? Il serait impossible de montrer un basalte ou une roche volcanique quelconque se comporter comme l'ophite de Saint-Antoine.

Mais, sans s'occuper davantage à décrire de nouveaux faits, il reste parfaitement établi par les observations si minutieuses et par les écrits si judicieux de l'abbé Palassou que l'ophite, les argiles et certains calcaires des Pyrénées passent insensiblement les uns aux autres. Sur le plus grand nombre des affleurements d'ophite, il est impossible de voir nettement la séparation entre cette roche et celles qui l'environnent. Pour qu'il n'y ait pas de doute possible sur l'opinion de Palassou et sur la réalité des faits, je citerai encore deux passages de l'illustre auteur des *Mémoires sur l'histoire naturelle des Pyrénées* (1).

« Quand on considère les nombreuses variétés que ces bandes argileuses contiennent, on ne peut s'empêcher de reconnaître avec M. Haüy, que les argiles sont susceptibles d'une infinité de modifications qui tiennent à la nature des substances dont elles sont formées, aux quantités relatives de ces substances, au degré de finesse de leurs particules, etc.; en sorte que cha-

(1) *Loc. cit.*, p. 187.

cun des terrains qu'on nomme *argileux* peut fournir un nombre plus ou moins considérable de variétés, qui différeront à quelques égards, soit entre elles, soit par rapport aux variétés situées dans d'autres terrains. » *Traité de Minéralogie*, t. III, p. 109.

« Les bandes argileuses des Pyrénées présentent à chaque pas des preuves de cette vérité. Le schiste feuilleté se montre seul abondamment dans une partie ; il éprouve des altérations sans nombre dans une autre. On le voit ici remplacé par le schiste dur, là, par diverses variétés de grunstein; plus loin, l'argile se mêle aux serpentines, aux granites; peut-être le pyroxène en roche, que de Charpentier a découvert dans la vallée de Vic-de-Sos et dans les montagnes du Couserans, se mêle-t-il aux bandes argileuses qu'il modifie au point d'en faire disparaître quelquefois les premiers éléments, mais dont quelques vestiges décèlent encore l'origine; en un mot, la nature a répandu dans ces bandes une infinité de substances qui, quoiqu'elles ne paraissent avoir aucun rapport avec l'argile qui les constitue, doivent néanmoins être rapportées à la même formation. »

La lecture de ces seules lignes, écrites par deux hommes dont on admire encore, sans l'avoir surpassé, le génie observateur, montre d'une manière irrécusable que Haüy et Palassou sont les premiers inventeurs de la théorie exacte sur la nature des ophites, théorie si bien et si complétement formulée plus tard par M. Virlet.

Les conclusions tirées par Palassou à la fin de son chapitre sur l'ophite des Pyrénées (1) sont une nouvelle preuve à l'appui de ce que je viens de dire. Je ne citerai que la seconde : « Les faits rapportés dans ce mémoire semblent autoriser à présumer : 2° que cette roche (l'ophite), souvent déguisée par ses altérations, fait partie des matières argileuses telles que les schistes, et qu'elle paraît appartenir à la même formation. »

Je joindrai enfin à l'opinion de Palassou celle de mon savant ami J. B. Rames, qui a si bien étudié les volcans de l'Auvergne. Il parle des « prétendus phénomènes volcaniques, qui, selon quelques géologues, se seraient manifestés avant l'époque tertiaire. Je n'ai jamais pu comprendre, dit-il (2), ce qu'on peut

(1) *Loc. cit.*, p. 209 et suiv.

(2) Préface, p. VIII. J. B. Rames, *Leçons sur les volcans*. Aurillac, 1865.

trouver de volcanique, soit dans les trapps anciens, soit dans les phénomènes qui ont accompagné leur venue au jour. Si les trapps anciens sont des roches volcaniques, pourquoi les porphyres, les mélaphyres, l'euphotide, la serpentine, etc., ne seraient-ils pas élevés aussi dans la même catégorie? Ces roches, en effet, tout comme les trapps anciens, ont apparu dès l'époque de transition. »

Malgré les conclusions déjà faciles à tirer des écrits et des observations pratiques des savants que je viens de citer, je veux passer encore en revue quelques preuves physiques importantes à l'appui de l'opinion que je soutiens.

Le nombre considérable de couches ophitiques en alternance dans divers terrains avec des schistes, des grès, des calcaires, etc., le peu d'épaisseur de ces couches et leur régularité de concordance de stratification avec celles qui les enclavent sont, me paraît-il, des motifs suffisants pour croire que ces couches d'ophite se sont déposées comme les roches sédimentaires qui les environnent. Tel est le cas du terrain laurentien des Hautes et des Basses-Pyrénées.

Que penser de ces typhons d'ophite dont M. Noguès et M. Leymerie ne cessent de parler dans leurs publications et qu'ils persistent à regarder, *sans en donner la moindre preuve*, comme un produit volcanique venu au jour à travers une fente de l'écorce terrestre? Pour moi, ce ne sont là que des lambeaux de couches ophitiques cassées comme toutes les autres roches dans des mouvements de l'écorce terrestre, désagrégés ensuite par les agents atmosphériques, érodés à diverses époques géologiques par des courants d'eau, qui, de cette manière, ont pu isoler ces lambeaux d'ophite au milieu d'une plaine ou dans une vallée.

Lorsque, dans une région, il y a eu un volcan, la géologie est assez avancée à notre époque pour permettre à l'observateur attentif d'en retrouver les traces. Jusqu'à ce jour, aucun géologue n'a pu montrer dans les Pyrénées un seul emplacement de *cône de déjection ophitique*. Tous les savants tant anciens que modernes sont d'accord sur cette absence, dans la chaîne que j'étudie, de *cône de déjection volcanique*. Cependant l'immensité d'étendue des ophites pourrait permettre de supposer que les cheminées volcaniques dont on les fait provenir devaient être assez considérables et assez multipliées pour qu'on puisse encore retrouver l'emplacement de quelques-unes d'entre elles. Considérons aussi que l'ophite n'est pas une roche spéciale à

une seule époque géologique, mais que les terrains granitique, laurentien, silurien, carbonifère, permien, triasique, jurassique, crétacé, en contiennent. Il est donc bien probable que, puisque les cônes de déjection des ophites sont un vrai mythe, les ophites eux-mêmes ont une tout autre provenance que celle des vraies laves.

Cette manière de raisonner n'aurait peut-être pas une valeur absolue, si j'étais le premier et le seul à l'employer. Mais des Cordier et des Palassou l'ont mise en usage avant moi. Elle ne serait pas non plus bien concluante si l'on n'avait d'autres bonnes raisons pour refuser à l'ophite cette origine volcanique. Jusqu'ici les bons motifs ne nous ont pas manqué pour soutenir cette opinion, et nous sommes loin d'avoir encore épuisé la série de faits qui viennent donner raison à la théorie de M. Virlet.

3° *Faits minéralogiques.* — Comparons les roches volcaniques et les ophites, et voyons si leur composition minéralogique présente quelque ressemblance.

1° Examinons d'abord la composition des roches mêmes. — « On peut remarquer, dit M. Delesse (1), que les roches qui ont été amenées à l'état fluide, et qui ont une origine ignée comme les laves, ont toujours une composition minéralogique très-simple ; elles sont essentiellement formées de deux minéraux, l'un du genre feldspath, dans lequel sont concentrés l'alumine et les alcalis, l'autre du genre pyroxène ou péridot, etc., dans lequel se sont concentrés l'oxyde de fer, la magnésie, la chaux. » Les ophites (lherzolite ou autres), d'après les recherches de M. Damour et celles de M. Daubrée, sont des composés de feldspath et de péridot olivine ; ils contiennent quelquefois un bisilicate de magnésie et de protoxyde de fer, très-souvent aussi et en abondance divers hydrosilicates de magnésie, talc, asbeste, etc., de même que l'hydroxyde de fer, comme dans l'ophite de Rabot (2). Ces hydrosilicates de magnésie entrant dans la composition intime des ophites, et n'existant pas dans les laves, forment, ainsi qu'on peut le dire d'après les études de M. Delesse, un caractère distinctif des roches volcaniques et des ophites. Une lave ne passe pas à la serpentine, tandis

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. IX, p. 136.
(2) Durocher, *Annales des mines*, 4e série, t. VI, p. 95.

que la lherzolite mélangée d'une certaine quantité de talc forme la serpentine.

Voyons maintenant quels sont les minéraux adventifs dans les roches volcaniques et dans les ophites. Les roches volcaniques ne contiennent exceptionnellement que des pyrites; elles se trouvent dans des vacuoles qui y sont quelquefois très-abondantes; l'ophite en contient souvent des quantités dans sa masse même. — Le premier genre de roche n'est jamais l'indice ni de gypse ni de sel gemme; avec l'ophite, au contraire, on court assez souvent la chance de trouver des masses exploitables de pierre à plâtre et de sel. MM. Crouzet et de Freycinet ont dit que les gypses et le chlorure de sodium étaient antérieurs à l'ophite et étaient stratifiés. L'antériorité de ces roches sur l'ophite est inadmissible, car dans la même localité elles sont stratifiées et reposent l'une sur l'autre alternativement. — Le talc et l'asbeste sont des minéraux tellement abondants dans l'ophite, qu'ils transforment quelquefois l'amphibolite en serpentine; la serpentine n'existe pas dans les laves. —Le quartz, fort rare dans ces dernières, joue souvent dans les ophites des Pyrénées un rôle fort important. — Ceux-ci contiennent souvent en abondance de l'eau que la calcination leur fait perdre; les roches volcaniques en renferment infiniment moins.

2° Étudions maintenant comparativement les roches calcaires en contact d'abord avec les ophites, puis avec les roches volcaniques actuelles.

Les calcaires en contact immédiat avec les roches volcaniques ont dans presque tous les cas présenté une composition minéralogique particulière. Étudions cette composition avec M. Delesse. C'est le calcaire de la Somma, calcaire essentiellement modifié par les laves se produisant encore de nos jours, et que ce savant géologue a pris pour type de calcaire ayant subi le métamorphisme de contact. « Quoique le calcaire de la Somma, dit M. Delesse (1), renferme un grand nombre de minéraux riches en magnésie, tels que le péridot, le pyroxène, l'amphibole, le mica, la condrolite, la périclase, le spinelle, on peut remarquer qu'il renferme surtout ceux des minéraux magnésiens dans lesquels il n'y a pas d'eau; il s'y trouve bien un peu de chlorite et *peut-être de talc*, mais ce n'est que rarement. La humboldtite et la gehlenite dans lesquels il y a

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. IX, p. 130.

quelques centièmes d'eau sont d'ailleurs pauvres en magnésie; enfin, on n'y rencontre pas de pyrosklérite ni d'autres hydrosilicates de magnésie dont la présence est cependant si fréquente dans les calcaires dont la structure cristalline est bien développée. »

« Cette absence presque complète des hydrosilicates de magnésie est l'un des caractères qui, minéralogiquement, distinguent le mieux le calcaire de la Somma des autres calcaires cristallins et en particulier du calcaire du gneiss. »

Voyons immédiatement quels sont les minéraux les plus fréquents dans les calcaires métamorphiques en contact avec l'ophite. Ce sont principalement l'hornblende, le talc, la trémolite, l'asbeste et l'amiante, la stilbite, le quartz, la pyrite, le pyroxène, la couzeranite, la serpentine, la chlorite, le grenat, le dipyre, la pinite, le mica, l'axinite, etc., silicates dont un grand nombre ont en général pour base principale la magnésie, et parmi eux un certain nombre forment des hydrosilicates de la même base.

Ainsi donc les minéraux contenus dans les calcaires au contact de l'ophite sont en assez grande partie ceux dont M. Delesse a constaté la présence dans les calcaires non métamorphisés par une roche volcanique. A ce titre l'ophite ne serait pas une roche volcanique, venue à la surface de la croûte terrestre, à l'état de lave en ignition.

La grande variété des minéraux contenus dans les calcaires cristallins est aussi, comme le fait remarquer M. Delesse (1), très-peu favorable à l'hypothèse de leur formation sous l'influence d'une roche volcanique à une température des plus élevées, et capable de fondre les calcaires dans lesquels ces minéraux ont pris naissance.

Je ferai remarquer aussi que les minéraux qui accompagnent les calcaires et les schistes voisins de l'ophite, se rencontrent, non dans la masse même des calcaires, ce qui aurait dû arriver suivant toute probabilité si la roche eût été *fondue*, mais bien souvent, pour ne pas dire presque toujours, ces minéraux se sont principalement déposés dans les interstices des stratifications et des fractures.

Les gypses parfaitement stratifiés dans des terrains secondaires, comme l'a reconnu M. Collomb en Espagne, et comme

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. IX, p. 186.

M. Delesse l'admet avec lui, contiennent aussi des minéraux qui ne permettent pas d'invoquer comme cause de leur formation l'influence d'une roche volcanique, ignée. Ces gypses contenant eux-mêmes leur eau de cristallisation sont abondamment pourvus de talc, de mica, de quartz bipyramidé, etc.

Dans d'autres cas, l'état métamorphique de certains calcaires ne peut pas non plus être attribué à l'ophite qui se trouve en contact avec eux; je veux faire allusion aux calcaires qui ont subi un métamorphisme régional. En effet, les roches volcaniques ne produisent jamais que des effets de métamorphisme de contact. La lherzolite des Pyrénées, par exemple, n'a nullement modifié les calcaires saccharoïdes dans lesquels elle forme de vraies couches (1). Il en est de même des calcaires des environs de Bagnères-de-Bigorre, dont la transformation est due à un phénomène de métamorphisme normal, d'après M. Delesse lui-même (2). Souvent même des *brèches stratifiées* au contact de l'ophite et des calcaires n'ont point subi l'influence de la roche supposée éruptive.

M. Delesse a aussi constaté que l'état dolomitique, de même que l'état marmoréen de certains calcaires en contact immédiat avec l'ophite, n'a pu être le résultat de l'arrivée d'une roche éruptive (3). Pour ma part, je ne doute pas que cette production de la dolomie en couches considérables en épaisseur et en étendue ne soit de formation contemporaine du dépôt.

Je voudrais actuellement, après avoir énuméré les faits qui précèdent, donner de nouvelles preuves chimiques démontrant que les ophites ne sont pas des roches éruptives. Cette démonstration, qui m'a entraîné à faire de nombreuses analyses, sera le sujet d'un mémoire spécial que je ferai connaître lorsque j'aurai terminé tout mon travail de laboratoire sur cette question. Mais je puis avancer dès ce moment que les analyses déjà faites tendent dans leurs résultats à sensiblement éloigner les ophites des laves et des basaltes.

Je dirai donc avec les géologues anciens que j'ai déjà nommés, mais surtout avec M. Virlet et en partie avec M. Delesse lui-même (4) : *On doit conclure que l'ophite n'est pas une roche éruptive et n'a pas une origine ignée comme les laves.* »

---

(1) *Annales des mines*, 4e série, 5e livraison, p. 187. 1857.
(2) *Id.*, p. 198.
(3) *Id.*, p. 202.
(4) *Id.*, p. 464.

3° Il y a cependant dans les Pyrénées des ophites secondairement éruptifs. — Palassou, qui avait envisagé l'ophite comme une roche non éruptive, avait été cependant bien embarrassé à la vue de certains dykes d'ophite traversant les calcaires des Pyrénées. Incontestablement ces dykes n'étaient pas sédimentaires, puisqu'ils recoupaient la stratification des calcaires. Dans ces dernières années, M. Delesse a donné dans ses magnifiques travaux sur le métamorphisme les preuves qu'il existait dans les Pyrénées, surtout aux environs de Bagnères-de-Bigorre, de vrais filons d'ophite traversant des roches appartenant à des époques géologiques diverses. Il faudrait n'avoir pas parcouru les Pyrénées pour méconnaître l'existence de ces filons d'amphibolites et de diorites. Je n'ajouterai qu'un nouvel exemple de ce fait à ceux qui sont déjà connus, en signalant un filon d'ophite à Juseth, près Luchon. C'est M. Fourcade, de Luchon, qui nous a conduits, Louis Martin et moi, sur ce gisement; nous ne pensons pas qu'il ait été signalé jusqu'à présent. L'affleurement se montre immédiatement au-dessus du village de Juzet. C'est une amphibolite d'un vert pâle et grisâtre, dans laquelle l'amphibole affecte une structure éminemment fibreuse et radiée; il est impossible de la distinguer de certaines variétés d'ophite. Elle est injectée de quartz hyalin dont les veinules pénètrent également dans le schiste encaissant. Celui-ci, très-régulièrement stratifié, est orienté O. 30° à 40° N., et plonge au S.; cette allure se maintient sur une très-grande longueur, et l'on ne peut admettre ici aucun dérangement produisant l'apparence d'une fausse intercalation de l'ophite. C'est dans ce même massif que se trouve près de Saint-Mamet un fort beau gisement de gédrite mélangé de mica noir et de talc. L'ophite de Juset recoupe les couches du terrain silurien; il se montre en trois points distants de quelques centaines de mètres, et situés en ligne droite, suivant la direction E. 35° à 40° N. En chacun des points, on peut reconnaître, en effet, que le filon suit cette direction.

Cherchons une explication de ces faits plausible avec l'état actuel de la science.

Ainsi que je l'ai montré dans un mémoire spécial (1), les diverses espèces d'ophite existent jusque dans les terrains stratifiés les plus anciens (granite, laurentien, cambrien, etc.). A

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXV, p. 97 et suiv. 1868.

des profondeurs telles que celles atteintes par ces roches non redressées, il est tout naturel d'admettre une chaleur suffisante pour les fondre. Dès lors, sous l'influence des mouvements de l'écorce terrestre, ces roches fondues ont pu, subissant des pressions considérables, être injectées dans les fentes, et arriver ainsi jusqu'à la surface de la croûte terrestre. Dans ces cas, des phénomènes de métamorphisme de contact se seront produits le long du filon injecté; il y aura eu action réciproque entre la nouvelle roche et la roche encaissante, et il se sera produit des minéraux divers dans lesquels l'eau aura joué un rôle des plus secondaires; les hydrosilicates pourront absolument manquer. *Le quartz sera fort rare* (seulement adventif), et l'ophite aura l'aspect d'une amphibolite fondue et homogène.

Dans d'autres circonstances, les ophites auront pu se ramollir et se désagréger en masse sans l'intervention de la chaleur, par suite d'une action électro-chimique ou magnétique, ou bien encore sous l'influence d'une action moléculaire encore inexpliquée. Dans ces conditions de structure physique nouvelle, et sous l'influence des mêmes agents physiques invoqués plus haut, les ophites ont pu pénétrer les fissures des roches, former des filons que des sources thermales ou des eaux venues de la surface et les pénétrant peu à peu auront plus tard consolidés par des dépôts calcaires ou autres. Mais alors il sera impossible de trouver des phénomènes métamorphiques produits au contact de la roche encaissante et de la roche en filon (environs de Bagnères-de-Bigorre).

Je crois encore que des filons d'ophite ont pu être formés sur place dans certaines circonstances, et simuler, pour l'œil peu exercé, des filons injectés : c'est lorsque des sources thermales chaudes (que je vais faire intervenir bientôt comme agent formateur de l'ophite) ont pu circuler dans des roches aptes à être transformées en ophite, en portant, pour les joindre à ceux déjà contenus dans les roches encaissantes, les éléments nécessaires à la formation de l'ophite. Il y aura dans ces cas des hydrosilicates, des phénomènes de dépôt le long des filons, ou, si on veut, les traces incontestables du passage de l'eau thermo-minérale ayant produit des *cristaux ou des masses de quartz.*

4° Causes de la formation de l'ophite. — Je n'hésite pas à le dire dès le principe, la véritable cause de la formation de l'ophite est l'intervention des sources thermo-minérales, chargées surtout de sels de magnésie, sur des argiles qui ont pu

fournir l'élément feldspathique des ophites, ainsi qu'une portion des matières composant les hydrosilicates. Les faits qui se passent de nos jours encore dans la station thermale d'Amélie-les-Bains (Pyrénées-Orientales) permettent de faire cette supposition que je crois bien rapprochée de la vérité. Je ne puis comprendre comment M. Noguès et M. Leymerie, qui ont étudié cette région des Pyrénées, n'ont pas vu (bien que cela se passe sur une petite échelle) la formation du gypse et de la roche magnésienne par les sources thermales actuellement exploitées.

Les griffons d'Amélie sortent soit des fractures du granite, soit de la stratification des schistes supérieurs à ce dernier. Dans le granite, la source du grand Escaldadou a déposé du gypse cristallisé et formant filon dans la fracture qui sert d'issue à l'eau minérale. Dans les schistes argilo-quartzeux qui reposent sur le granite, les sources thermales se comportent d'une façon particulière. Après avoir traversé le granite, les eaux pénètrent le schiste, s'infiltrent dans la stratification, et circulent en en suivant les interstices. Dans le jardin Hermabessière, aujourd'hui jardin de l'établissement Pereyre, on n'a qu'à percer les schistes où que ce soit jusqu'à 1 ou 2 mètres de profondeur environ pour qu'on arrive sur l'eau minérale.

Les schistes naturels de la région sont composés de très-minces bandes d'argile plus ou moins ferrugineuse et de quartz. Ils forment des schistes finement rubanés ainsi qu'on peut le voir au moulin près de la passerelle conduisant aux fours à plâtre. Dans le jardin signalé, ces schistes sont imprégnés de gypse et d'une sorte de matière talqueuse, chloritée, qui remplit les interstices des strates. Le schiste lui-même est comme ramolli; il s'effrite facilement; on dirait même que sur certains points le gypse et cette matière talqueuse ont remplacé les éléments du schiste. Sur d'autres points, même au contact des sources chaudes, les schistes ont encore leur aspect primitif. Sur d'autres, principalement au contact des points gypseux et chlorités, on dirait que la silice dissoute dans l'eau a eu un commencement de cristallisation; il y a des noyaux de quartz séparés du reste de la masse et colorés en vert comme le gypse et la substance talqueuse. Sur quelques points aussi le gypse a formé des cristaux isolés. Les traces de la stratification restent presque partout apparentes.

Pourquoi dans la majeure partie des cas les choses ne se seraient-elles pas ainsi passées pour la formation des ophites et

des gypses? Cette manière si naturelle d'envisager la production de ces roches explique très-bien la persistance de la stratification, la présence de cailloux roulés, l'absence de phénomènes métamorphiques locaux, profonds et semblables à ceux que produit une roche ignée, enfin l'existence de phénomènes dus au métamorphisme régional.

A des époques géologiques anciennes, les sources thermales ont dû abonder (1); certains faits laissent même supposer que, pendant de longues périodes, les mers devaient avoir une température assez élevée. Cette manière d'être de l'eau de la mer n'était nullement incompatible avec la persistance des phénomènes vitaux, puisque nous savons qu'en Afrique des poissons, êtres déjà bien perfectionnés, peuvent vivre dans des sources ayant 60° et 70° centigrades. Cette température permet aussi de supposer avec le temps la production de faits dus à un métamorphisme profond. Nous savons, en effet, que M. Daubrée a observé dans les bétons et dans les briques, qu'avaient employés les Romains aux bains de Plombières, des transformations jusqu'alors ignorées. Il a suffi de quelques siècles et d'une eau chargée de peu de substances salines ayant une température de 70° seulement, pour silicatiser les briques et pour former plusieurs silicates, l'harmotome, la chabasie, etc., sur les points des bétons où l'eau rencontrait les matériaux nécessaires à la formation de ces minéraux. Si des bétons bien compactes, bien homogènes, composés spécialement pour retenir les eaux, ont pu, à la longue et sous des pressions peu considérables, être traversés dans toute leur masse par l'eau qui les imbibait, à plus forte raison des terrains fissurés et stratifiés ont pu être imprégnés par des eaux thermo-minérales capables de produire sur eux de nouveaux minéraux et des transformations considérables, profondes et même totales.

Si des sources thermales, apportant sans fracas et sans bruit, mais avec lenteur et persistance, des matériaux nouveaux pour les mélanger à ceux de la roche déjà existante et pour produire les formes minéralogiques et chimiques nouvelles, n'avaient pas produit le gypse et l'ophite, comment pourrait-on expliquer la présence de ces produits au milieu de terrains stratifiés,

---

(1) Des observations faites sur diverses sources thermales des Pyrénées me font admettre que ces sources ont beaucoup diminué depuis la fin de l'époque quaternaire.

isolés sous forme de masses, de lentilles et de mouches, et eux-mêmes stratifiés?

Mais il n'y a plus aujourd'hui que quelques bien rares géologues persistant à considérer le gypse comme une roche produite sous l'influence d'émanations d'acide sulfurique agissant sur le calcaire, émanations qui auraient coïncidé, suivant eux, avec l'arrivée de l'ophite sous forme de lave. M. Delesse a déjà condamné cette théorie (1), sur laquelle il est inutile de revenir.

Les sources thermo-minérales n'ont pas seules, je crois, la propriété de déterminer la formation de minéraux magnésiens verts susceptibles de donner à une roche argileuse l'aspect ophitique. Voici un fait qui le prouve.

Les auteurs de la carte géologique de France ont indiqué un pointement d'ophite au N. du village de Montgaillard (Ariége), à 4 kilomètres au S. de Foix, sur la route de Tarascon. Cet ophite n'est autre chose qu'un grès argilo-quartzeux, ferrugineux et calcaire, avec mouchetures vertes; ce grès se décompose avec facilité en donnant lieu à une argile ocrée et assez quartzeuse. Il fait incontestablement partie de l'étage turonien. Ce point est le seul sur lequel je connaisse ces grès ainsi modifiés; il n'y a cependant nulle apparence de source thermo-minérale, soit ancienne, soit moderne, qui ait pu produire ce changement. Je me contente d'indiquer le fait comme fort curieux tant par lui-même que par la détermination de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; je n'en donnerai pas d'explication.

Après avoir examiné les causes qui ont pu intervenir pour former l'ophite, je dirai :

Si d'un côté M. Delesse (2) convient: 1° que la présence des hydrosilicates, des carbonates et des hydroxydes dans les couches qui encaissent les roches trappéennes (équivalant à l'ophite), conduit à admettre que le métamorphisme de ces couches doit moins être attribué à une roche ignée qu'à une action aqueuse; 2° que le métamorphisme caractérisé par la terre verte qui contient de l'eau est lui-même dû à une action aqueuse (3), je n'hésite pas d'un autre côté à conclure moi-même :

1° Que les ophites et les roches en contact avec lui contenant

(1) *Annales des mines*, 4e livraison, p. 224 et 230. 1857.

(2) *Annales des mines*, 5e série, 4e livraison, p. 230. 1857.

(3) *Loc. cit.*, 5e série, 4e livraison, p. 264. 1857.

des hydroxydes, des carbonates, des hydrosilicates, des zéolithes et de l'eau, sont dus à une action métamorphique produite par des eaux thermo-minérales; 2° que la production des terres vertes des Pyrénées qui accompagnent souvent les ophites et qui renferment aussi des hydrosilicates, des hydroxydes et des carbonates, est due à la même cause, c'est-à-dire à un métamorphisme produit sous l'influence de sources minérales chaudes.

5° Il existe dans les Pyrénées des ophites de divers ages. — 1° J'ai déjà montré (1) que le granite contient des couches d'ophite (d'amphibolite) dans l'Ariége, à Mercus, à Tarascon, etc.; 2° dans le même travail, j'ai indiqué diverses espèces d'ophite dans le laurentien de Mercus, de Baréges, des Basses-Pyrénées; 3° dans le silurien supérieur de Saint-Antoine (Ariége); 4° peut-être dans du dévonien? à Lordat (Ariége); 5° l'ophite abonde dans le trias au-dessus du grès rouge et probablement du muschelkalk, dans les marnes irisées. M. Virlet l'a indiqué dans une infinité de localités. Je l'ai vu pour ma part à Arignac, à Arnave (près de Tarascon), entre Foix et Saint-Girons, d'une manière à peu près continue, à Camarade, dont j'ai depuis longtemps indiqué le massif salifère et gypseux comme triasique, à Lacour (2), sur les bords du Salat, aux environs de Salies, de Montsonés, de Betchac, de Taurignan, dans la Haute-Garonne, à Betharam, dans la vallée d'Ossau, entre Arudy et Saint-Christau, dans la vallée d'Aspe où M. Leymerie lui a fait dernièrement (3) jouer sur une grande échelle le rôle de roche éruptive, dans la vallée de Laurhibare, où mon ami L. Martin l'avait si bien étudié et si bien classé, enfin dans tout le pays basque, où cette roche joue, en même temps que le trias, un rôle des plus importants. C'est l'ophite du trias que M. Noguès et M. Leymerie font sans cesse rentrer dans le terrain crétacé; 6° il y a aussi de l'ophite jurassique à la base du lias, dans quelques rares localités, peut-être au Saint-Barthélemy (Ariége), près Comus; 7° j'ai enfin montré que les grès turoniens ont pu s'ophitiser.

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XXV, p. 106. 1868.

(2) M. Magnan le regarde ici comme ophite cambrien; il a peut-être raison, mais je garde mon opinion malgré tout le poids de la détermination de mon savant ami.

(3) *Mémoires Acad. sc.* Toulouse, 1866.

Conclusions. L'ophite n'est pas une roche primitivement volcanique ; c'est, au contraire, une roche de dépôt, sédimentaire, argileuse, métamorphisée sur place par suite de phénomènes dus à des sources minérales et chaudes ayant produit un métamorphisme régional, et qui, plus tard, a pu être fondue sous l'influence de la chaleur terrestre et à de grandes profondeurs dans l'écorce du globe ; à cet état, il a pu, subissant des pressions très-considérables, être injecté dans des fentes et des failles et se présenter à nos yeux aujourd'hui sous la forme de roche éruptive.

Séance du 8 *juin* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. de Lapparent, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Luuyt, ingénieur des mines à Lyon (Rhône) ; présenté par MM. Levallois et Delesse.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Th. Ébray, *Végétaux fossiles des terrains de transition du Beaujolais ;* in-8, 20 p., 12 pl. ; Paris, 1868 ; chez J. B. Baillière et fils ; Lyon, chez P. Mégret.

De la part de M. Émile Sauvage, *Catalogue des poissons des formations secondaires du Boulonnais ;* in-8, 100 p., 4 pl. Boulogne-sur-Mer, 1867 ; chez Ch. Aigre.

De la part de M. Tournal, *Notice géologique sur le département de l'Aude ;* Carcassonne, 1868 ; chez L. Pomiès.

De la part de MM. A. Briart, F. Cornet et A. Houzeau de Lehaie, *Rapport sur les découvertes géologiques et archéologiques faites à Spiennes en* 1867 ; in-8, 40 p., 12 pl. ; Mons, 1868 ; chez Dequesne-Masquillier.

Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences. 1868, 1er sem., t. LXVI, nos 23 et 24, in-4.

M. Émile Sauvage présente un ouvrage *Sur les Poissons fossiles du Boulonnais* (v. la *Liste des dons*), et en donne l'analyse suivante :

Le catalogue des ichthyolithes de Boulogne n'est que la première page d'une série de travaux, qu'avec l'aide de nos savants confrères nous nous proposons d'écrire sur les poissons fossiles de la France.

Nous avons décrit et catalogué nos poissons crétacés et jurassiques; ceux-ci comprennent 11 genres (*Lepidotus*, *Pycnodus*, *Cyrodus*, *Strophodus*, *Curtodus*, *Acrodus*, *Hybodus*, *Asteracanthus*, *Auluxacanthus*, *Sphœnodus*, *Ischyodus*), et 47 espèces réparties en 5 familles (*Lepidoides*, *Pycnodontes*, *Cestracionts*, *Squalidés*, *Chimérides*), appartenant aux deux ordres des *Ganoïdes* et des *Placoïdes*. Deux genres, *Curtodus* et *Auluxacanthus*, et 16 espèces sont décrits pour la première fois. Les *Curtodus* sont des *Strophodus* à dents régulièrement bombées en dos d'âne, et non infléchies suivant leur longueur. Le genre *Auluxacanthus* créé pour une Ichthyodorulithe trouvée dans le kimméridgien inférieur devra peut-être être rapporté aux *Ischyodus*; cette épine a pu appartenir à une des Chimères si communes dans nos mers kimméridgiennes.

Le bathonien (fuller's earth, grande oolithe, forest marble, cornbrash) nous a fourni 11 espèces. Les Ganoïdes y sont représentés par 5 *Pycnodus*. Le *Lepidotus lævis* fait sa première apparition dans le cornbrash du Wast; on le retrouve dans l'oxfordien, où il est rare; ses débris ont été laissés en abondance sur les rivages des mers du Kimméridge et du Portland. Parmi les Placoïdes, les *Strophodus tenuis* et *reticulatus* sont à leur maximum de développement pendant que se déposent les calcaires du cornbrash; le genre *Curtodus* paraît pour la première fois dans notre jurassique inférieur, pour s'éteindre dans le Kimméridge moyen.

L'oxfordien et le corallien sont très-pauvres en débris de poissons.

Nos étages jurassiques supérieurs (kimméridgien et portlandien) sont des dépôts côtiers; aussi les poissons qu'ils renferment ont-ils été entraînés par les eaux et roulés, l'animal mort.

ce qui fait que l'on ne retrouve que des débris isolés, une dent, un vomer, et non des squelettes entiers, comme il s'en trouve tant à Cirin et à Solenhofen, dépôts formés sous des eaux non côtières, et où les espèces pélagiques sont enfouies là où elles ont vécu.

Les ichthyolithes sont assez abondants sur les rivages du Kimméridge inférieur. Les Ganoïdes y sont représentés par les *Cyrodus* et *Cuvieriumbilicus*, le *Pycnodus gigas*, les *Lepidotus lævis*, *giganteus*, *palliatus*, *Fittoni*. Nous y retrouvons aussi des Cestraciontes : *Strophodus Beaugrandi*, *S. subreticulatus*, *Hybodus obtusus*, *grossiconus*, *monoprion*, *Asteracanthus ornatissimus*, *Aulaxacanthus Dutertrei*. Les Chimérides font leur première apparition par une espèce robuste, l'*Ischyodus Rigauxi*.

Vers la fin de l'époque kimméridgienne, des eaux troubles, peu profondes, laissent déposer les schistes à *Thracia depressa*. C'est la zone où les débris de poissons se rencontrent avec le plus d'abondance (quinze espèces). Parmi les Ganoïdes nous retrouvons les *Lepidotus lævis*, *giganteus et palliatus*. Un *Sphænodus* laisse quelques débris sur nos côtes. Les *Hybodus* et les *Asteracanthus* (*lepidus*) prédominent. Pendant que se forment les schistes de Châtillon la mer nourrit de nombreuses Chimères; sur sept espèces d'*Ischyodus*, trois ne se retrouvent qu'à ce niveau (*J. Sauvagei*, *Beaugrandi*, *Beaumontii*).

Onze espèces, sur seize, passent du kimméridgien dans le portlandien. Le portlandien inférieur est riche en débris de Ganoïdes, surtout d'espèces de grande taille; les Placoïdes y sont représentés par les *Hybodus grossiconus* et *inflatus*, et par l'*Asteracanthus minor*.

Dans nos mers du Portland moyen vivaient les mêmes Lépidoïdes gigantesques associés au *Pycnodus Dutertrei* et à deux Chimères : *Ischyodus Dufrenoyi*, *Dutertrei*.

Enfin l'assise supérieure, représentant du Portland-stone anglais, est très-pauvre en Ichthyolithes.

Outre les espèces que nous avons citées, notre portlandien renferme encore : *Pycnodus gigas*, *Bucklandi*, *didymus* (Münst.), *subcontiguidens*, *contiguidens*, *Larteti*, *Cyrodus Cuvieri*, *umbilicus*, *Strophodus subreticulatus*, *Asteracanthus subreticulatus*, *lepidus*, *minor*, *subverrucosus*. Les espèces trouvées dans la craie sont moins nombreuses ; six viennent du gault, et seize de la craie tuffeau. On n'a jusqu'à présent trouvé que le *Ptychodus latissimus* dans notre craie blanche.

M. Dausse donne lecture de la note suivante :

Nouvelle Note sur les terrasses alluviales; par M. Dausse.

AVANT-PROPOS.

En allant à Évian, pour les eaux, en 1865 et 1866, j'ai fait, par occasion, sur les terrasses alluviales, deux petites communications à la Société helvétique des sciences naturelles, réunie la première année à Genève et la seconde à Neuchâtel (1). Dans l'intervalle, le 19 mars 1866, j'ai un peu développé quelques points du même sujet devant la Société géologique de France et rendu, je crois, manifeste que l'illustre de Saussure n'a pas su voir, dans l'importante terrasse de Thonon, un témoin irrécusable et précis d'un ancien niveau du Léman (2). Depuis lors, n'ayant pu venir à bout, non sans surprise, de me trouver un devancier dans une découverte pourtant si simple, et m'étant, bien à regret, de plus en plus convaincu, qu'il me soit pardonné de le dire, du peu d'éveil sur ce point de quelques géologues célèbres, cela m'a fait penser qu'il ne serait peut-être pas tout à fait inutile de soumettre à notre Société, dont le *Bulletin* va partout, cette nouvelle note et d'en préparer même d'autres encore. Puissé-je ne pas lasser la bienveillance qui, du moins ici, a accueilli la première !

THRORIE DES TERRASSES LATÉRALES DES VALLÉES ET DES TERRASSES LACUSTRES.

Il y a plusieurs sortes de terrasses alluviales; je ne veux m'occuper aujourd'hui que des *terrasses lacustres* et des *terrasses latérales des vallées.*

Les premières se forment au bord des lacs, dans leurs eaux tranquilles, de l'apport des cours d'eau; puis, quand ces lacs s'écoulent ou s'abaissent, elles apparaissent semblables à des bastions, dont la grandeur dépend de la profondeur des anciens lacs, de l'importance des affluents et de leurs variations ordinaires et extraordinaires, de la nature et de l'abondance de leurs apports, enfin de la durée du dépôt.

Les secondes, que leur nom définit à moitié, sont celles dont je vais m'occuper d'abord.

---

(1) *Actes* de cette Société, 49e session, p. 78 à 80, et 50e session, p. 70 à 71.

(2) *Bull. Soc. géol. de France,* 2e série, T. XXIII, p. 449 à 453.

CHAPITRE I. — *Terrasses latérales des vallées.*

I.

Ces terrasses se rencontrent sur les flancs des vallées parfois à plusieurs étages, et elles se prolongent longtemps parallèlement au fond de ces vallées, sauf les brèches ou les lacunes que les ravins y taillent. A l'embranchement des vallées secondaires, elles prennent sur les flancs de celles-ci la même allure que sur les flancs de la vallée principale, se présentant, aux points de jonction, elles aussi, comme des bastions. Les berges en coin émoussé du confluent des cours d'eau en donnent peut-être plus encore, quoique en petit, une idée exacte.

Ces terrasses-là se montrent d'ordinaire à la fois sur les deux flancs des vallées, et à des hauteurs correspondantes, ce qui les rend d'autant plus remarquables. En outre, comme je l'ai déjà indiqué, il y en a souvent plusieurs étages. Transversalement, leurs plates-formes se raccordent, par en haut, plus ou moins, avec les versants supérieurs de la vallée; par en bas, elles se terminent brusquement par un talus roide, se raccordant plus ou moins lui-même, par son pied, avec les plates-formes inférieures ou avec le plafond de la vallée. Le bord des plates-formes présente ainsi, en somme, longitudinalement, une arête parallèle au thalweg et fort apparente.

La correspondance des terrasses de chaque étage, d'un versant à l'autre, établit à première vue un rapport entre elles. Mais, en les examinant de près, en suivant les déchirures faites à leurs talus par les ravins, on leur reconnaît bien vite une autre propriété commune : c'est d'être constituées, du moins à leur partie supérieure, d'assises alluviales planes, d'une faible pente, de la pente du fond des vallées. Cela suffit pour indiquer, à l'égard de ces assises alluviales, une formation toute pareille à celle des dépôts qu'opèrent, à un niveau inférieur, les cours d'eau actuels, et cela rend plus manifeste que les terrasses correspondantes dont il s'agit résultent de l'ablation, du déblai de tous les dépôts qui comblaient le vide béant entre elles et souvent immense.

Mais quelle a pu être la cause de cette ablation, de ce déblai souvent si colossal? La réponse est bien simple, quoiqu'on ne la trouve nulle part, du moins que je sache, outre que j'ai *scandalisé*, à la lettre, en la leur disant, à la réunion de Neuchâtel, au moins deux de mes plus savants auditeurs : *c'est*

l'abaissement de la barrière liquide ou solide qui soutenait à l'aval le cours d'eau déposant, à l'altitude correspondant aux altitudes du bord des terrasses; et, autant il y a d'étages de ces terrasses, autant, à coup sûr, il y a eu de ces abaissements distincts.

M. Alph. Favre prête aux cours d'eau la propriété intrinsèque de s'abaisser sans cesse et de former ainsi les terrasses parallèles au fond des vallées, dont il s'agit ici expressément (1). Selon moi, il y a dans cet auteur, sur ce point et sur d'autres touchant aussi à l'hydraulique, des imbroglios et des pas d'école qui le trahissent. En l'espèce on peut affirmer sans risque, je crois, que la formation des terrasses implique, ou l'intermittence dans la vertu dont M. Favre gratifie les cours d'eau, ou les brusques abaissements des barrages ou des récipients régulateurs de ces cours d'eau; et, comme la première explication est assurément peu soutenable, il ne reste que la seconde.

S'il existe, en aval des terrasses latérales des vallées, une cluse étroite, et dont les parois rocheuses rapprochées s'élèvent à la hauteur de ces terrasses, il se peut que la rupture qui a préparé la cluse soit la cause du déblai d'où sont résultées lesdites terrasses. Il se peut aussi que la rupture fût antérieure, et que l'évidement qui a fait la cluse n'ait eu lieu qu'après la rupture. Souvent, d'ailleurs, en amont des cluses, avant leur évidement, il y a eu des amas d'eau, dont la pression a causé l'évidement, et avec débâcle. Souvent enfin la cluse n'est parvenue à l'état généralement stable où nous la voyons, qu'en plusieurs fois et après autant de débâcles, grandes ou petites. Nombre des ablations qui ont formé les terrasses latérales des vallées des Alpes n'ont pas d'autre cause, et bien entendu qu'alors les dépôts laissés en aval par chaque débâcle sont dépourvus de stratification régulière et témoignent par leur désordre même du cataclysme, petit ou grand, qui les a produits.

Mais s'il n'y a aucune cluse rocheuse à l'aval des terrasses, s'il n'y a qu'un vide immense et s'évasant de plus en plus, en ce cas, c'est un lac ou la mer qui formaient la barrière, et c'est l'abaissement de ces récipients qui est la cause cherchée.

Ces conclusions, selon moi, sont indéclinables, absolues, mathématiques, en dépit même de l'incident de Neuchâtel, dont les témoins ont gardé bonne mémoire et que je ne veux pas conter ici, quoiqu'il prouve bien quelque chose de très-pertinent.

---

(1) T. I de ses *Recherches géologiques*, etc., p. 24, 33, 39, 198, et T. III, p. 530.

II.

Mais je dois dire à présent qu'il existe dans les vallées des terrasses qui ne proviennent pas de l'abaissement des barrages ou des récipients régulateurs des cours d'eau : ce sont les terrasses dont le bord a une pente plus forte que le fond des vallées, au lieu de lui être parallèle, dernier cas seul considéré et spécifié par M. Favre. Elles ne diffèrent pas autrement des premières, mais cette différence est capitale. Ces dernières terrasses résultent de l'épuration des cours d'eau, épuration qui amène à la fois la concentration et la réduction de la pente d'équilibre de ces cours d'eau, c'est-à-dire qui produit leur *encaissement* dans les cônes de déjections qu'ils avaient formés précédemment. Ces terrasses, qu'on peut bien nommer, je pense, *terrasses d'encaissement*, on les voit partir de zéro au récipient et s'élever sur le cours d'eau qui les a faites, au fur et à mesure qu'on le remonte, en raison de la différence des pentes ancienne et nouvelle. Ainsi, la terrasse droite de la Stura, gros et fougueux torrent qui aboutit au Pô, 4,500 mètres en aval de Turin, a environ 12 mètres de hauteur à Altessano, c'est-à-dire à 6,700 mètres de son origine; celle de la Doire-Susine, autre torrent considérable, qui s'unit au fleuve entre Turin et la Stura, a environ 24 mètres de hauteur à Collegno, c'est-à-dire à 12,500 mètres de son origine. La *Serra* d'Ivrée, qui s'avance dans la plaine du Pô jusqu'au delà de Cavaglia et de Mazzé, présente une colossale terrasse d'encaissement de 650 mètres de hauteur sur la Doire-Battée actuelle, au village d'Andrate, situé sur le faîte de la Serra, un peu en amont d'Ivrée. Mais ici ce n'est plus le cône de déjections d'un torrent qui a été si profondément évidé, c'est le cône de déjections, je veux dire la moraine de l'immense glacier qui partait du mont Blanc et qui a produit, entre autres, les moutonnements si remarquables du défilé du fort de Bard (1). Cet en-

(1) Venant de lire dans un compte rendu récent de l'Académie des sciences (séance du 2 mars 1868), que MM. Élie de Beaumont et Fournet paraissent ne reconnaître encore à présent d'autre extension des glaciers du mont Blanc, que celle qu'accusent les anciennes moraines presque intactes des Avanchers, entre Chamonix et Argentières, et du Val-Ferret, j'ose les presser ici de revoir les moraines, si éloquemment figurées et de si bonne foi sur les grandes cartes du Piémont, du glacier colossal dont je viens de parler, lequel dépassait les glaciers actuels, non pas de « près d'une lieue, » mais de plus de 25 et même de 27.

caissement, dû surtout à la fonte du glacier, est sans doute l'un des plus considérables que l'on puisse citer.

Les terrasses que M. Daubrée a signalées dans la vallée du Rhin (1), à partir de Bâle, sont du même genre que les précédentes, sauf que leur déclivité, au lieu d'être forte, est faible. Elles présentent deux étages, dont le plus long est de 30 mètres supérieur aux hautes eaux du Rhin actuel, à Bâle, et se perd dans la plaine de Neubrisach, à 51 kilomètres de distance. Sa pente moyenne est de 0m,00127 par mètre, et celle du Rhin, de 0m,00068. L'autre étage est moins remarquable. Les deux correspondent à deux époques où le fleuve charriait plus qu'aujourd'hui, et plus à la première époque qu'à la seconde, plus à la seconde qu'à l'époque actuelle. Cela accuse donc trois degrés divers de fluidité dans ses crues; car ce sont les crues qui fixent la pente d'équilibre, c'est-à-dire la pente des cônes de déjections dus à chaque état. Le champ des divagations et expansions de ces crues s'est réduit d'époque en époque, parce que les cours d'eau en s'épurant, je le répète, se concentrent et s'encaissent, que leur débit varie ou non avec le temps; de plus, ils peuvent être ainsi rendus capables de rouler de plus gros cailloux que lorsque leur pente était plus forte, circonstance qui se vérifie pour le Rhin. Tous ces faits ont été observés et décrits par M. Daubrée avec la perspicacité et la précision qui le caractérisent; je ne fais ici qu'en proposer l'explication.

CHAPITRE II. — *Terrasses lacustres.*

Les terrasses lacustres dont je dois parler à présent, au lieu de résulter d'un déblai, comme les deux sortes de terrasses latérales des vallées que je viens de considérer, sont au contraire un remblai, pareil à celui que le terrassier forme à la brouette en découvrant une carrière sous un sol en pente. Ce sont des cônes d'éboulement juxtaposés et progressifs. Au fur et à mesure que la rivière apporte des matériaux, arrêtée dans son cours par l'eau dormante, elle laisse tomber ce qu'elle charriait; cet apport coule ou il roule vers le fond du lac sur le talus déjà formé; l'apport suivant fait de même; seulement il s'arrête sur le degré que lui a préparé son devancier, et

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, T. VII, p. 434 à 439.

ainsi des autres; une couche inclinée, plus ou moins irrégulière et accidentée, se forme de la sorte; après celle-là, une autre pareille vient s'appuyer sur elle et l'envelopper, et cela se continue sans cesse, avec toutes les alternatives que comporte le régime actuel du cours d'eau affluent.

Mais le talus d'éboulement de ces enveloppes successives n'est pas le même que celui des terrasses latérales des vallées, qui se fait à l'air. L'eau soutient les apports qui empiètent sur elle, par sa pression qui croît vite avec la profondeur, tandis que la pression de l'air croît lentement. Puis, en réduisant le poids de ces apports immergés, près de 800 fois plus que l'air ne le peut faire, l'eau réduit par là à proportion leur tendance à l'éboulement. Mais, d'autre part, l'eau a sur les matières fines, et surtout sur les matières terreuses, une action liquéfiante et dissolvante que l'air n'a point, et en vertu de laquelle ces matières coulent vers le fond du lac, ou vont s'y étaler plus ou moins loin, suivant que l'affluent est plus ou moins considérable et plus ou moins en crue, et suivant que le lac est lui-même plus ou moins agité par les vents ou par ses propres mouvements internes. Dans ce dépôt, les matières les moins ténues se précipitent les premières et le plus près, les matières les plus impalpables, les dernières et le plus avant sur le fond du lac. De tout cela il résulte : 1° que l'inclinaison de la terrasse immergée va s'affaiblissant vers le pied et se raccordant avec le fond du lac, comme les talus à l'air avec les plafonds inférieurs, mais dans chaque cas suivant une courbe spéciale, dépendante des causes déjà indiquées et en outre de la forme des éléments du dépôt; 2° que ladite inclinaison est le plus roide vers le haut, et que là, près du niveau du lac, il y a brusque passage de ce talus le plus roide à la faible pente du dernier tronc du lit de l'affluent.

Conséquemment, si le lac s'écoule ou s'abaisse considérablement, la terrasse apparaît sous la forme d'un bastion, dont l'arête supérieure, la couronne, rappelle et précise l'ancien niveau du lac.

Cette remarque est si simple et si intéressante, ce me semble, qu'elle a dû, ou qu'elle aurait dû être faite bien des fois et depuis bien longtemps; je dis, aurait dû, parce que je ne la trouve formulée, appréciée à sa valeur et mise à profit dans aucun des nombreux ouvrages que je viens de parcourir tout exprès pour me fixer sur ce point, et d'abord parce qu'il est sûr qu'elle a échappé à de Saussure, ainsi que je l'ai mis en évidence, je le

rappelle, dans ma Note du 19 mars 1866. Pour moi donc, les importantes observation et explication dont il s'agit appartiennent à un modeste habitant d'Omegna, sur le lac d'Orta, *Antonio Nobili*, comme je l'explique dans ladite Note.

Mais Nobili n'est pas allé plus loin; en songeant au même objet après lui, j'ai compris que les terrasses lacustres devaient présenter les couches inclinées dont j'ai décrit la formation tout à l'heure, et ce n'a pas été sans satisfaction que, m'étant mis en quête, j'ai vérifié le fait, lequel distingue essentiellement les terrasses formées par les cours d'eau à leur embouchure dans les lacs des terrasses formées par ablation sur les flancs des vallées, que ces terrasses soient ou non parallèles au fond de ces vallées. Dès la première promenade que j'ai faite d'Évian à Thonon, j'ai reconnu que l'immense et haute terrasse sur laquelle la dernière ville est bâtie prouve que le Léman l'a longtemps affleurée; puis, en examinant ses talus, entamés d'abord par la grande route qui descend au port, et plus récemment par les déblais faits pour l'agrandissement de ce port, j'ai constaté cette inclinaison des couches alluviales, qui double et rend incontestable la preuve dont il s'agit. J'ai eu hâte de visiter alors l'embouchure des autres affluents du lac. Les déblais du chemin de fer côtoyant le lac, à peine achevés cette année-là dans la traversée de Vevey (1), mettaient à découvert des couches inclinées pareilles à celles de Thonon; et, dans le haut, j'ai vu des plates-formes étagées, dont la plus élevée correspond, à coup sûr, à une immense extension du Léman. Et tout cela, je l'ai dit en public, à Genève, à la Société helvétique des sciences naturelles, le 22 août 1865, ainsi que les actes déjà cités de cette Société en font foi. Je n'ai point parlé des terrasses, si instructives aussi, de la Morge, à Saint-Gingolph, et d'un lambeau de la terrasse du Rhône, qu'une saillie rocheuse a conservé à Bouveret (2); d'où vient peut-être que

(1) Les talus de ces déblais ont depuis été gazonnés, pour leur maintien.

(2) J'ai trouvé, par un nivellement approximatif, le bord de la terrasse supérieure de Saint-Gingolph, de $29^{m},9$ sur le lac, et le bord du lambeau de Bouveret, de $30^{m},3$. A Thonon, aux Capucins, j'avais eu $32^{m},7$. Ces trois cotes me semblent différer assez peu pour accuser ensemble la persistance du lac au niveau correspondant à la terrasse la plus haute et la moins usée par le temps. La même cote est aussi à peu près celle que M. Favre assigne à l'abaissement de l'Arve, dans la partie inférieure de son cours, par rapport aux plateaux voisins, rapprochement que je tiens à

M. Favre n'en parle pas non plus (1). Je ne faisais là qu'une communication d'aventure et à la volée ; il convenait donc, et bien m'en a pris, de la renouveler ailleurs, plus à mon aise et devant des confrères.

Mais le sujet, malgré qu'on en ait, est, en effet, encore si neuf, qu'il prête à bien d'autres études.

N'ayant pu relever moi-même les profils exacts des terrasses lacustres dont il vient d'être question et de bien d'autres que je n'ai fait que reconnaître en passant, j'ai du moins prié quelques amis de me venir en aide, en même temps que je cherchais dans les auteurs. J'ai trouvé, dans un plan dressé en 1844 par MM. Bravais et Martins, le dessin approximatif de la terrasse formée par l'Aar dans le lac de Brienz, dessin donnant 30° au talus supérieur et le plus roide de cette terrasse (2). Puis, M. l'ingénieur Fraisse m'a très-obligeamment communiqué cinq profils d'une terrasse du Rhin dans le lac de Constance, non pas toutefois de la terrasse que le fleuve est en train d'accroître à présent, mais de celle de la baie de Füssach (sur la droite de l'embouchure actuelle), où l'on songe à le rejeter. Ici le talus supérieur le plus roide ne va pas tout à fait à 10°. A la vérité, depuis que le Rhin s'est écarté de ladite baie, le lac a dû, dans ses tempêtes, adoucir ces talus. Néanmoins, le talus supérieur de la terrasse, aujourd'hui en voie de formation, est sans doute moins roide que celui de la terrasse de l'Aar, parce que le Rhin a une moindre pente et charrie conséquemment, dans son récipient, des matériaux moindres que ne le fait l'Aar dans le sien. Mais ce qui importe le plus à noter, c'est que, pour le profil de la terrasse de l'Aar dans le lac de Brienz, comme pour les cinq profils que j'ai sous les yeux

---

faire, sauf à le revoir bientôt ailleurs à son tour plus ou moins savamment débaptisé (*Recherches*, etc., T. I, p. 24, 30, 38, etc.).

(1) M. Favre cite scrupuleusement les innombrables découvreurs des blocs erratiques, semés, comme on sait, par myriades sur les Alpes et à l'entour, et il ne cite pas l'observateur qui le premier a vu dans les terrasses lacustres une preuve irrécusable et précise de l'ancien niveau des lacs. Est-ce à dire que ce soit lui-même, ou un inconnu pour lui, ou bien encore tout le monde, hormis toutefois son illustre compatriote de Saussure?... La grande érudition attestée par toutes les pages des *Recherches géologiques* et les rapports spéciaux de leur auteur avec l'auteur de la présente Note, aux réunions de Genève et de Neuchâtel, peuvent, ce semble, autoriser ici ces questions.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, T. II, p. 120.

de l'ancienne terrasse du Rhin dans le lac de Constance, comme pour un profil non coté de la terrasse actuelle du Rhône dans le Léman, dont je dois aussi le dessin à M. Fraisse (1), comme pour tous ceux que je n'ai faits qu'à vue d'œil sur le pourtour de ce lac et de plusieurs autres, sans être en mesure de les prendre exactement, pour tous ces profils le bord anguleux de la plate-forme affleure le lac.

CHAPITRE III. — *Déductions et conjectures.*

On a donc, dans les terrasses dont la plate-forme se termine par une arête de niveau et qui sont formées de couches alluviales inclinées, des témoins irrécusables des anciens niveaux des lacs, ou des bras de mer tranquilles et peu sujets aux marées. Un simple lambeau de ces terrasses peut même suffire à cet important témoignage. Dans ma Note du 19 mars 1866, j'ai dit qu'un pareil lambeau subsistait au-dessus de Torbaso, contre un versant du lac Majeur, outre la belle terrasse dite l'Alto-Piano, qui domine Omegna, sur le lac d'Orta. J'ai ajouté que M. Negretti avait mesuré au baromètre l'altitude des bords des deux plates-formes, et qu'il les avait trouvés de niveau.

Or, l'altitude de ce niveau est supérieure à l'altitude du lac d'Orta, qui est de 372 mètres (comme celle du Léman actuel), d'environ 76 mètres, et à l'altitude du lac Majeur, qui est de 197 mètres, d'environ 250 mètres; l'altitude commune aux deux bords des terrasses en question est donc de 447 ou 448 mètres.

Je donne ces chiffres approximatifs, en vue d'un rapprochement qui va au but de cette Note. La plus haute plate-forme de Thonon est, d'après M. Favre, de 77 mètres supérieure au Léman (2), dont l'altitude vraie est de 371^{m},56, d'après M. Bourdaloue; l'altitude commune à cette plate-forme et à l'Alto-Piano est conséquemment d'environ 448 mètres.

Qu'est-ce à dire, sinon que l'ancien Léman, qui a donné lieu à la formation des plates-formes supérieures de Thonon et de Vevey, et l'ancien lac Majeur, qui a donné lieu à la formation

---

(1) M. Fraisse a eu soin de me dire qu'il n'avait pas relevé lui-même ces profils, et que ceux du Rhin étaient dus, je crois, à des ingénieurs autrichiens, et celui du Rhône à un ingénieur du Valais.

(2) *Recherches*, etc., T. 1, p. 43.

des terrasses d'Omegna et de Torbaso, étaient une même mer, laquelle, doublant les Alpes et l'Apennin, réduisait la France à une grande île formée par son plateau central, à une autre île formée par les Vosges, à une presqu'île formée par le Jura et à peine jointe aux Alpes (1), et aux versants supérieurs de cette chaîne de montagnes et des Pyrénées ? Cela suppose, il est vrai, entre autres choses, que le défilé du Fort-de-l'Écluse, sans être aussi creux qu'il l'est aujourd'hui (2), s'abaissait dès lors à moins de 448 mètres d'altitude, ce qui acquiert peut-être quelque probabilité de la parité d'altitude des anciens lacs Léman et Majeur, et, à coup sûr, des raisons plausibles données à l'appui par de Saussure (3).

Le bord de la terrasse de Thonon domine le lac actuel de 33 mètres environ. Le Léman, qui a cédé la place de cette terrasse aux dépôts de la Dranse, n'était plus dès lors qu'un lac. Son abaissement ou ses abaissements, des niveaux supérieurs au niveau dont il s'agit, coïncidant, je suppose, tous ou la plupart, avec les violentes secousses que le sol de toute cette région a subies maintes fois, a dû, ou ont dû occasionner des débâcles dans toutes les vallées affluentes, et celles de la vallée de la Dranse auront chacune, s'il y en a eu plusieurs, promptement déposé au bord du lac d'énormes cônes ou coulées de déjections, lesquelles, en ce cas, seraient les noyaux de la vaste terrasse actuelle. Les brusques fontes de neiges et de glaces, qui, suivant M. Élie de Beaumont, ont suivi les commotions dont il vient d'être question (4), n'ont pu manquer de grossir aussi ces noyaux de leurs propres déjections. Ces considérations, si elles sont fondées, autoriseraient à beaucoup réduire le nombre colossal auquel on arrive pour la durée de la formation de cette terrasse, en s'appuyant seulement sur le progrès annuel de la terrasse qui se forme au niveau actuel du lac.

Il y a à Thonon, à Vevey, à Saint-Gingolph, etc., d'autres terrasses que celles que j'ai indiquées. Il y en a d'une altitude

---

(1) Par l'isthme de La Sarraz, dont l'altitude est de 502 mètres. L'altitude du col le plus bas du Mont-de-Sion est, d'après de Saussure, de 645 mètres, c'est-à-dire de 143 mètres supérieure à la précédente, ce que je crois à propos de noter.

(2) L'altitude du Rhône sous le Fort-de-l'Écluse est de 325 mètres.

(3) *Voyages*, etc., §§ 213 et 214.

(4) Voir, à ce sujet, un très-remarquable travail de ce savant : *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, T. IV, p. 1334 à 1373.

plus grande et moindre, et dont les plates-formes sont plus ou moins restreintes et se joignent diversement les unes aux autres. Ces circonstances correspondent sans doute au mode d'abaissement du lac, par débâcles successives et plus ou moins éloignées entre elles, débâcles résultant, je le répète, et des commotions intermittentes du sol, et des brusques fontes de neiges et de glaces qui ont pu les accompagner, et aussi de l'action incessante du lac et de son émissaire sur les obstacles que leur offrait le défilé du Fort-de-l'Écluse. Mais, pour se faire une idée un peu exacte de ces phénomènes compliqués, il faut tenir compte avec soin de l'altitude, du volume et de la forme des diverses terrasses du pourtour du lac et les bien étudier dans les déchirures qu'elles présentent; il faut savoir s'il y a dans les principales un ou plusieurs noyaux de dépôts désordonnés, et, dans le second cas, si ces noyaux sont séparés par des couches inclinées; enfin, il faut apprécier avec le même soin la hauteur, la forme, les accidents des terrasses latérales des vallées affluentes et de la vallée d'issue, et cuber les déblais qui ont creusé ces vallées et fourni matière aux terrasses. C'est un travail défini, restreint, quoique considérable, d'un réel intérêt, facile, commode, agréable à faire dans un pays si privilégié; il ne peut être longtemps attendu à une époque où plus que jamais on s'occupe des dernières phases géologiques.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Matheron :

Note sur l'âge des calcaires lacustres à Strophostoma lapicida *des environs d'Aix et de Montpellier et sur la position de l'étage de Rognac, par rapport à la série des dépôts crétacés fluvio-lacustres du bassin de Fuveau;* par M. Philippe Matheron.

Il est acquis à la science que le puissant étage lacustre qui constitue la partie supérieure du groupe d'Alet de M. d'Archiac, loin d'être spécial au département de l'Aude, se prolonge dans l'Ariége et dans la haute Garonne, pour y constituer le terrain garumnien de M. Leymerie, et qu'on le rencontre aussi dans une direction opposée, notamment à Valmagne, près de Montpellier, et dans le département des Bouches-du-Rhône, où il

forme les escarpements supérieurs de Vitrolles et la montagne du Cengle.

L'observation démontre en outre que cet étage est inférieur aux couches nummulitiques de la montagne Noire, des monts Alaric, de Coulza et de Biarritz, lesquelles appartiennent à une période antérieure à celle de la base du calcaire grossier de Blaye et sont plus anciennes que les couches à *Nummulites lævigata* du bassin de Paris.

Il est non moins certain que le terrain nummulitique de la montagne Noire est recouvert par un dépôt fluvio-lacustre à la base duquel on remarque les calcaires lacustres de Ventenac et de la Caunette (1) qui présentent les caractères pétrographiques des calcaires qui longent la rive gauche de l'Arc, au quartier du Montaiguet, au sud de la ville d'Aix.

Grâce à ces divers ordres de faits, ces calcaires de la rive gauche de l'Arc et ceux qui couronnent la montagne du Cengle deviennent deux excellents horizons géognostiques. Il est évident, en effet, que ce n'est qu'au-dessous des premiers et au-dessus des seconds que peuvent exister, dans la contrée, les équivalents lacustres du terrain nummulitique. Ceci explique comment j'ai été conduit à ne placer sur l'horizon de ce terrain que la partie supérieure du grand massif lacustre de Vitrolles et à en exclure tout ce qui, dans ce massif, appartient en réalité au terrain garumnien, c'est-à-dire, toute la partie qui est inférieure aux couches du Montaiguet et qui comprend à la fois la grande assise calcaire qui couronne le Cengle, les brèches du Tholonet et toutes ces couches plus ou moins rutilantes qui affleurent sur les flancs de la montagne du Cengle (2) et sur les hauteurs de Vitrolles.

Les géologues qui ont étudié la localité savent que les calcaires du Cengle, après s'être notablement abaissés, traversent la vallée de l'Arc au défilé de Langesse, d'où ils se prolongent en constituant la partie supérieure des escarpements qui limitent du côté sud les coteaux du Montaiguet. Ces coteaux

(1) Voir mes *Recherches comparatives*, 1862, p. 51 et suiv.

(2) Voir le compte rendu de la Réunion extraordinaire à Marseille; *Bull. de la Soc. géol.*, 1864, 2e série, t. XXI, p. 532 et suiv., avec coupe, sur laquelle les lettres L et M se rapportent au grand étage du Cengle, tandis que la lettre N désigne les couches inférieures du Montaiguet.—Voir aussi la lettre à M. de Rouville, 1866, *Bull.*, 2e série, t. XXIV, p. 48, et la lettre de M. Leymerie à M. de Verneuil, même volume, p. 308.

séparent la vallée de l'Arc du bassin de Gardanne dans lequel sont d'autres coteaux formés par des couches plus anciennes qui dépendent plus directement des lignites de Fuveau.

La superposition des couches lacustres du Montaiguet aux calcaires du Cengle est partout visible, de telle sorte que, partant de ces derniers calcaires, on rencontre en avançant vers le nord toute la série de couches dont se compose le groupe du Montaiguet, jusques et y compris les couches calcaires qui longent la rive gauche de la rivière au pont des Trois-Sautets.

En continuant la coupe, on rencontre sur la rive opposée de nouvelles couches lacustres que j'avais associées à celles de la rive gauche, mais que de récentes observations me portent à réunir en groupe particulier. Elles constituent différents reliefs du sol le long de la rive droite de l'Arc, et notamment celui qui est connu sous la dénomination de butte de Cuques.

Ainsi, en l'état des faits observés, les couches qui constituent les coteaux du Montaiguet et les deux rives de l'Arc qui leur sont adjacentes peuvent être divisées en quatre groupes, savoir :

1° L'étage du Cengle avec ses calcaires compactes et ses argiles rouges; 2° au-dessus des marnes et des calcaires marneux ou compactes (couches N de la coupe précitée); 3° les couches marneuses et calcaires qui constituent plus particulièrement le groupe du Montaiguet et qui sont caractérisées par le *Planorbis pseudorotundatus*, Matheron, et le *Bulimus Hopei*, Bronn; 4° enfin, au-dessus, le groupe de Cuques, lequel est indiqué, ainsi que les précédents, par les lettres N N dans la coupe ci-dessus indiquée.

La position géognostique des trois groupes inférieurs de cette grande série se trouve parfaitement déterminée.

En effet, puisque l'étage du Cengle, ou soit le garumnien ou soit encore la partie supérieure du groupe d'Alet, est situé à un niveau inférieur au terrain nummulitique de Biarritz et de l'Aude et que les couches lacustres du Montaiguet à *Planorbis pseudorotundatus* et à *Bulimus Hopei* se retrouvent dans l'Aude au-dessus du terrain nummulitique, il est évident que celui-ci, s'il a son analogue en Provence, ne peut y être représenté que par le groupe N.

Si des observations ultérieures démontrent qu'il n'en est pas ainsi, il faudra admettre d'une part que l'étage du Cengle a été émergé pendant toute la période nummulitique et d'autre part

que les dépôts lacustres n'ont recouvert les dépôts nummulitiques de l'Aude qu'après un laps de temps correspondant au dépôt de ces couches N.

Quoi qu'il en soit, comme de la position de ces trois groupes de couches dépend plus ou moins celle qu'il faut assigner à tout le restant de la grande série fluvio-lacustre du S. E. de la France, sur laquelle quelques points sont restés douteux, j'ai dû m'appliquer à la mieux préciser, si c'était possible, et me livrer en vue de ce but à de nouvelles recherches de détail.

Le résultat de ces recherches me permet de présenter dans cette note quelques considérations nouvelles sur diverses questions qui se rattachent à la position occupée par les dépôts fluvio-lacustres du bassin de Fuveau.

On sait que ces dépôts constituent une grande et très-puissante série (1) qui repose sur des couches marines dépendant du terrain crétacé (2) et dans laquelle on remarque des couches d'eau saumâtre à la base (3); puis le grand groupe des lignites de Fuveau, avec toutes les couches qui lui sont subordonnées (4); puis l'étage de Rognac (5), au-dessus duquel se trouve celui du Cengle (6).

J'ai eu maintes fois l'occasion de parler de ce dernier étage et de la petite faune de Langesse qui le caractérise. Je viens de retrouver cette faune sur les hauteurs de Saint-Antonin et j'ai eu l'occasion de l'enrichir de quelques nouvelles espèces de Limnées et d'Auricules, ainsi que du *Cyclostoma Braunii*, Noulet, qui appartient, comme on le sait, au gisement de Montolieu où il est associé à une multitude de grandes Physes.

La présence de ce Cyclostome dans des couches dont le prolongement vers Langesse offre à l'observation le *Physa prisca* est un nouvel argument en faveur du rapprochement de l'étage du Cengle avec le terrain garumnien tel qu'il se montre dans l'Aude et dans l'Hérault.

Au surplus, ce rapprochement n'est nullement en question. Mais ce qu'il est à propos de déterminer, ce sont les limites

(1) Voir la coupe précitée.
(2) Couches B et BB.
(3) Couches C, C' C^2.
(4) Couches D, E, F, G et H.
(5) Couches I et K.
(6) Couches L et M.

dans lesquelles il doit être maintenu par rapport aux autres étages lacustres du bassin de Fuveau, c'est-à-dire, qu'il s'agit de savoir si ce terrain est entièrement représenté en Provence par l'étage du Cengle seul ou par les deux étages réunis du Cengle et de Rognac.

A cet égard, il est une première remarque à faire : c'est qu'au point de vue paléontologique ces deux étages n'ont absolument rien de commum entre eux. Il y a là deux faunes radicalement différentes que la moindre étude oblige de séparer et dont l'examen fait naître dans l'esprit l'idée de deux périodes complétement distinctes. En effet, on ne rencontre pas plus dans l'étage du Cengle le gigantesque Saurien, le grand Chélonien, les Lychnus, les divers grands Cyclostomes, les Mélanies, les Mégaspires et les Pupa qui constituent la faune de Rognac, qu'on ne trouve dans l'étage de ce nom les Limnées, les Physes, les Planorbes et les Auricules de Langesse et de Saint-Antonin.

Des différences aussi grandes, aussi profondes, ne sauraient être attribuées à des causes purement locales, d'autant que la faune de Rognac, loin d'être spéciale à la Provence, se rencontre ailleurs, notamment à Valmagne, entre Montpellier et Pézénas, et dans le nord de l'Espagne, tandis qu'il n'en existe aucune trace dans le garumnien type de la haute Garonne et dans tous les dépôts garumniens de l'Aude et de l'Ariége. Ces différences tiennent évidemment à des causes générales qui ont exercé leur influence dans le midi de la France et dont on trouverait des traces dans l'étage supérieur du groupe d'Alet si elles s'étaient produites pendant la période à laquelle appartient cet étage, c'est-à-dire, à la période garumnienne.

Or, comme de semblables traces n'existent pas et qu'autant l'étage supérieur d'Alet (le garumnien de l'Aude) ressemble à celui du Cengle, autant il diffère sous tous les rapports de celui de Rognac, on est autorisé à penser que les changements survenus dans la contrée, après le dépôt des couches de Rognac, ont été antérieurs au dépôt des couches qui constituent le terrain garumnien.

Dans ma pensée, c'est à la cause qui a produit ces changements, dont le plus remarquable a été de mettre un terme à la belle et si intéressante faune de Rognac, que doivent être attribuées la cessation du dépôt des couches de grès qui constituent la partie inférieure du groupe d'Alet, tel qu'il a été si bien décrit par M. d'Archiac, et celle des assises crétacées à Hémi-

pneustes d'Ausseing et de Gensac, si exactement décrites et appréciées par M. Leymerie (1).

Il suit de là que l'étage de Rognac n'est nullement sur le niveau du garumnien, avec lequel, je le répète, il n'a rien de commun au point de vue paléontologique; qu'il représente très-probablement dans l'Hérault et dans les Bouches-du-Rhône ces couches à Hémipneustes et ces grès d'Alet que M. Leymerie place avec raison, suivant moi, au niveau de la craie de Maëstricht; qu'il joue à l'égard de cette craie le rôle que remplit à l'égard de la craie blanche à *Inoceramus Cripsi* le grand étage des lignites de Fuveau, et qu'il est en un mot l'équivalent lacustre d'un dépôt marin incontestablement crétacé.

L'existence de ces sortes de parallélisme entre des couches lacustres et des dépôts marins est trop dans l'ordre naturel des choses pour qu'elle puisse surprendre. Le terrain garumnien lui-même en présente un exemple des plus remarquables.

Ce terrain, tel qu'il a été établi par M. Leymerie et tel que j'ai eu l'occasion de l'étudier dans la Haute-Garonne, dans l'Ariége, dans l'Aude, dans l'Hérault et dans les Bouches-du-Rhône, se présente suivant les lieux sous trois aspects différents. Entièrement lacustre dans l'Aude, dans l'Hérault et dans le bassin d'Aix, il est marin ou plutôt d'eau saumâtre dans l'Ariége, tandis qu'ailleurs, à Ausseing et à Auzas (Haute-Garonne), il est constitué par des dépôts mixtes, marins ou d'eau saumâtre à la base, d'eau douce au milieu et marins au-dessus.

C'est dans les couches marines ou d'embouchures de la base qu'on rencontre les beaux fossiles d'Auzas, au nombre desquels je me borne à citer la *Cyrena garumnica*, d'abord décrite parmi les Vénus, puis ramenée à son véritable genre par M. Leymerie, le *Sphærulites Leymeriei*, Bayle, la *Tornatella Baylei*, Leymerie, qui est, je crois, une Actéonnelle plutôt qu'une Tornatelle, et une espèce remarquable appartenant au genre *Dejanira* créé par M. Stoliczka.

La zone marine qui termine la série est riche en fossiles. C'est là qu'on rencontre ces échinides, que M. Leymerie considère comme formant une colonie et au nombre desquels il me paraît à peu près certain que figure l'*Hemiaster punctatus*.

La nature de cette note et les limites étroites dans lesquelles je dois la maintenir ne me permettent pas de discuter ici di-

---

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, 1862, t. XIX, p. 1001.

Je désignerai, du
qui enserrent cette
de Camarade.

La faille de l'Ari
férieure, jurassique,
continue à l'ouest; e
rignac-le-Vieux, ou
trouve près de Gaut
on l'observe à Rasas,
puis au pied N. de la
à Lourdes, à Arudi, à
au delà.

La faille de Castelna
loge, les marnes irisées
près de Foix et de Celles
du Salat, à Mondette,
du trias et le dévonien
s'occupe depuis quelq
plus occidentale de l'
dans le massif du pic d
sud d'Aspet, à Juzet, a
près de Sarrancolin,
Bagnères-de-Bigorre, e
entre le terrain de tran
du vallon de Serris (
M. Leymerie et moi av
mite des Hautes et de
rieure de la vallée de
secondaires contre le
N. O. d'Arrens. Comm
au delà.

La direction de ces
moyenne serait donc O
D'autres failles s'obs
celle indiquée sur ma
quée, vers l'ouest, par l

(1) Bull. Soc. géol., 2e sé
(2) C'est à M. Em. Frossar
l'on doit la connaissance du g
t. II, p. 119). J'ai recueilli la
aquaculeuse, Sow.

trophostoma lapicida,
gues, près de Mont-
alors tout à fait in-

ent de sa Férussine,
Ronn, et que les cal-
é ceux des environs
blance avec ceux du
mis d'admettre que
ie de la faune ca-
je ne l'avais jamais
it d'ailleurs cité aux
ur sa véritable posi-
a vue de plusieurs
M. Marion (2) vient
onnus de l'étage du

on de cette espèce
uet se trouve enri-

e comprend les es-

Deshayes, *Bulimus*
subantiqua, *Pupa*
ndatus, Matheron.
forme, le port et
en diffère par l'ab-
ence d'un bord un
es de Limnée; une
ié et deux Bulimes
ar sa forme et par

par cette faunule
ns d'Aix et dans le
sence dès 1862 (3).
occasion de revoir

4.
es de Marseille, a bien
Aix sa jeune et intelli-

rophostoma lapicida,
gues, près de Mont-
alors tout à fait in-

ent de sa Férussine,
onn, et que les cal-
ceux des environs
lance avec ceux du
nis d'admettre que
e de la faune ca-
je ne l'avais jamais
d'ailleurs cité aux
r sa véritable posi-
vue de plusieurs
. Marion (2) vient
nnus de l'étage du

n de cette espèce
et se trouve enri-

comprend les es-

eshayes, *Bulimus*
subantiqua, *Pupa*
datus, Matheron.
forme, le port et
n diffère par l'ab-
nce d'un bord un
s de Limnée ; une
é et deux Bulimes
r sa forme et par

par cette faunule
s d'Aix et dans le
ence dès 1862 (3).
ccasion de revoir

---

s de Marseille, a bien
ix sa jeune et intelli-

res de la craie de la Charente, soit enfin qu'on reconnaisse un jour qu'il forme une sorte de lien entre les couches crétacées et ce qu'on est convenu d'appeler l'éocène inférieur, il n'en faut pas moins reconnaître et noter que la faune à laquelle appartiennent les échinides de la colonie de M. Leymerie a une physionomie crétacée.

Après avoir ainsi rapidement parcouru les principaux groupes de couches qui sont inférieurs à l'étage du Cengle et essayé d'en déterminer la position, je reviens aux couches qui lui sont supérieures, c'est-à-dire aux couches qui constituent les coteaux du Montaiguet et les reliefs des bords de l'Arc.

Ainsi que je l'ai dit au commencement de cette note, ces couches peuvent être divisées en trois groupes : le groupe intercalé entre les calcaires du Cengle et les calcaires lacustres que j'ai retrouvés dans l'Hérault et dans l'Aude et que je continuerai d'appeler calcaires du Montaiguet, le groupe constitué par ces calcaires, puis, au-dessus, sur la rive droite de l'Arc, l'étage dit de Cuques.

Couches inférieures intercalées entre le calcaire du Cengle et les calcaires du Montaiguet.

Ces couches, qui paraissent correspondre au terrain nummulitique de l'Aude, constituent un étage assez puissant indiqué par la lettre N sur la coupe précitée. Elles sont peu fossilifères. Les fossiles qu'on y rencontre sont fortement engagés dans la roche. Leur extraction est à peu près impossible. En l'état de mes observations, je ne connais de cet étage qu'une seule espèce : c'est une Physe nouvelle, d'assez grande taille, qui se rapproche du *Physa Draparnaudi* qu'on rencontre dans le garumnien de Langesse.

Étage du Montaiguet.

Quarante années se sont écoulées depuis le moment où Leufroy décrivait (1) sous le nom de *Ferussina lapicida* une nouvelle espèce d'un genre auquel Grateloup avait imposé en 1827 le nom incorrect de *Ferussina*, qu'il n'a pas été possible de remplacer par celui de *Ferussacia* déjà employé par Risso, et auquel M. Deshayes substitua celui de *Strophostoma* (2).

(1) *Annales des sciences naturelles*, 1828, t. XV, p. 401.
(2) *Ibid.*, t. XIII, p. 282.

L'espèce de Leufroy, qui est devenue le *Strophostoma lapicida*, provenait des calcaires lacustres de Valmargues, près de Montpellier, dont la position géognostique était alors tout à fait inconnue.

Mais, comme Leufroy cite, dans le gisement de sa Férussine, l'*Achatina Hopii*, qui est le *Bulimus Hopei*, Bronn, et que les calcaires lacustres dont il parle sont en réalité ceux des environs de Montpellier, dont j'ai signalé la ressemblance avec ceux du Montaiguet, près d'Aix (1), il m'avait été permis d'admettre que cet intéressant fossile faisait en réalité partie de la faune caractérisant ces calcaires. Cependant, comme je ne l'avais jamais recueilli moi-même et que personne ne l'avait d'ailleurs cité aux environ d'Aix, j'étais resté dans le doute sur sa véritable position. Ces doutes viennent de s'évanouir à la vue de plusieurs échantillons du *Strophostoma lapicida* que M. Marion (2) vient de trouver associés à d'autres fossiles déjà connus de l'étage du Montaiguet.

Par cette intéressante découverte la position de cette espèce se trouve déterminée et la faune du Montaiguet se trouve enrichie d'autant.

En l'état de mes observations, cette faune comprend les espèces suivantes :

Espèces connues : *Strophostoma lapicida*, Deshayes, *Bulimus Hopei*, Bronn, *Bulimus subcylindricus*, *Pupa subantiqua*, *Pupa elegans*, *Limnœa aquensis et Planorbis subrotundatus*, Matheron.

Espèces nouvelles : *Helix Marioni*, ayant la forme, le port et la taille de l'*Helix Droueti* de Rilly, mais qui en diffère par l'absence de stries longitudinales et par la présence d'un bord un peu réfléchi ; au moins deux espèces nouvelles de Limnée ; une petite Physe ; un *Pupa* longitudinalement strié et deux Bulimes sénestres dont l'un se rapproche beaucoup par sa forme et par sa taille du *Bulimus rillyensis*, Deshayes.

Le groupe de couches qui est caractérisé par cette faunule est d'une très-grande puissance aux environs d'Aix et dans le bassin de Montpellier où j'ai reconnu sa présence dès 1862 (3). Depuis cette époque j'ai eu maintes fois l'occasion de revoir

(1) Voir mes *Recherches comparatives*, 1862, p. 34.

(2) M. Marion, préparateur à la Faculté des sciences de Marseille, a bien voulu associer à mes recherches dans les environs d'Aix sa jeune et intelligente activité.

(3) *Recherches comparatives*, p. 35.

séparent la vallée de l'Arc du bassin de Gardanne dans lequel sont d'autres coteaux formés par des couches plus anciennes qui dépendent plus directement des lignites de Fuveau.

La superposition des couches lacustres du Montaiguet aux calcaires du Cengle est partout visible, de telle sorte que, partant de ces derniers calcaires, on rencontre en avançant vers le nord toute la série de couches dont se compose le groupe du Montaiguet, jusques et y compris les couches calcaires qui longent la rive gauche de la rivière au pont des Trois-Sautets.

En continuant la coupe, on rencontre sur la rive opposée de nouvelles couches lacustres que j'avais associées à celles de la rive gauche, mais que de récentes observations me portent à réunir en groupe particulier. Elles constituent différents reliefs du sol le long de la rive droite de l'Arc, et notamment celui qui est connu sous la dénomination de butte de Cuques.

Ainsi, en l'état des faits observés, les couches qui constituent les coteaux du Montaiguet et les deux rives de l'Arc qui leur sont adjacentes peuvent être divisées en quatre groupes, savoir :

1° L'étage du Cengle avec ses calcaires compactes et ses argiles rouges; 2° au-dessus des marnes et des calcaires marneux ou compactes (couches N de la coupe précitée); 3° les couches marneuses et calcaires qui constituent plus particulièrement le groupe du Montaiguet et qui sont caractérisées par le *Planorbis pseudorotundatus*, Matheron, et le *Bulimus Hopei*, Bronn; 4° enfin, au-dessus, le groupe de Cuques, lequel est indiqué, ainsi que les précédents, par les lettres N N dans la coupe ci-dessus indiquée.

La position géognostique des trois groupes inférieurs de cette grande série se trouve parfaitement déterminée.

En effet, puisque l'étage du Cengle, ou soit le garumnien ou soit encore la partie supérieure du groupe d'Alet, est situé à un niveau inférieur au terrain nummulitique de Biarritz et de l'Aude et que les couches lacustres du Montaiguet à *Planorbis pseudorotundatus* et à *Bulimus Hopei* se retrouvent dans l'Aude au-dessus du terrain nummulitique, il est évident que celui-ci, s'il a son analogue en Provence, ne peut y être représenté que par le groupe N.

Si des observations ultérieures démontrent qu'il n'en est pas ainsi, il faudra admettre d'une part que l'étage du Cengle a été émergé pendant toute la période nummulitique et d'autre part

que les dépôts lacustres n'ont recouvert les dépôts nummulitiques de l'Aude qu'après un laps de temps correspondant au dépôt de ces couches N.

Quoi qu'il en soit, comme de la position de ces trois groupes de couches dépend plus ou moins celle qu'il faut assigner à tout le restant de la grande série fluvio-lacustre du S. E. de la France, sur laquelle quelques points sont restés douteux, j'ai dû m'appliquer à la mieux préciser, si c'était possible, et me livrer en vue de ce but à de nouvelles recherches de détail.

Le résultat de ces recherches me permet de présenter dans cette note quelques considérations nouvelles sur diverses questions qui se rattachent à la position occupée par les dépôts fluvio-lacustres du bassin de Fuveau.

On sait que ces dépôts constituent une grande et très-puissante série (1) qui repose sur des couches marines dépendant du terrain crétacé (2) et dans laquelle on remarque des couches d'eau saumâtre à la base (3); puis le grand groupe des lignites de Fuveau, avec toutes les couches qui lui sont subordonnées (4); puis l'étage de Rognac (5), au-dessus duquel se trouve celui du Cengle (6).

J'ai eu maintes fois l'occasion de parler de ce dernier étage et de la petite faune de Langesse qui le caractérise. Je viens de retrouver cette faune sur les hauteurs de Saint-Antonin et j'ai eu l'occasion de l'enrichir de quelques nouvelles espèces de Limnées et d'Auricules, ainsi que du *Cyclostoma Braunii*, Noulet, qui appartient, comme on le sait, au gisement de Montolieu où il est associé à une multitude de grandes Physes.

La présence de ce Cyclostome dans des couches dont le prolongement vers Langesse offre à l'observation le *Physa prisca* est un nouvel argument en faveur du rapprochement de l'étage du Cengle avec le terrain garumnien tel qu'il se montre dans l'Aude et dans l'Hérault.

Au surplus, ce rapprochement n'est nullement en question. Mais ce qu'il est à propos de déterminer, ce sont les limites

---

(1) Voir la coupe précitée.
(2) Couches B et BB.
(3) Couches C, C' C^2.
(4) Couches D, E, F, G et H.
(5) Couches I et K.
(6) Couches L et M.

séparent la vallée de l'Arc du bassin de Gardanne dans lequel sont d'autres coteaux formés par des couches plus anciennes qui dépendent plus directement des lignites de Fuveau.

La superposition des couches lacustres du Montaiguet aux calcaires du Cengle est partout visible, de telle sorte que, partant de ces derniers calcaires, on rencontre en avançant vers le nord toute la série de couches dont se compose le groupe du Montaiguet, jusques et y compris les couches calcaires qui longent la rive gauche de la rivière au pont des Trois-Sautets.

En continuant la coupe, on rencontre sur la rive opposée de nouvelles couches lacustres que j'avais associées à celles de la rive gauche, mais que de récentes observations me portent à réunir en groupe particulier. Elles constituent différents reliefs du sol le long de la rive droite de l'Arc, et notamment celui qui est connu sous la dénomination de butte de Cuques.

Ainsi, en l'état des faits observés, les couches qui constituent les coteaux du Montaiguet et les deux rives de l'Arc qui leur sont adjacentes peuvent être divisées en quatre groupes, savoir :

1° L'étage du Cengle avec ses calcaires compactes et ses argiles rouges; 2° au-dessus des marnes et des calcaires marneux ou compactes (couches N de la coupe précitée); 3° les couches marneuses et calcaires qui constituent plus particulièrement le groupe du Montaiguet et qui sont caractérisées par le *Planorbis pseudorotundatus*, Matheron, et le *Bulimus Hopei*, Bronn; 4° enfin, au-dessus, le groupe de Cuques, lequel est indiqué, ainsi que les précédents, par les lettres N N dans la coupe ci-dessus indiquée.

La position géognostique des trois groupes inférieurs de cette grande série se trouve parfaitement déterminée.

En effet, puisque l'étage du Cengle, ou soit le garumnien ou soit encore la partie supérieure du groupe d'Alet, est situé à un niveau inférieur au terrain nummulitique de Biarritz et de l'Aude et que les couches lacustres du Montaiguet à *Planorbis pseudorotundatus* et à *Bulimus Hopei* se retrouvent dans l'Aude au-dessus du terrain nummulitique, il est évident que celui-ci, s'il a son analogue en Provence, ne peut y être représenté que par le groupe N.

Si des observations ultérieures démontrent qu'il n'en est pas ainsi, il faudra admettre d'une part que l'étage du Cengle a été émergé pendant toute la période nummulitique et d'autre part

que les dépôts lacustres n'ont recouvert les dépôts nummulitiques de l'Aude qu'après un laps de temps correspondant au dépôt de ces couches N.

Quoi qu'il en soit, comme de la position de ces trois groupes de couches dépend plus ou moins celle qu'il faut assigner à tout le restant de la grande série fluvio-lacustre du S. E. de la France, sur laquelle quelques points sont restés douteux, j'ai dû m'appliquer à la mieux préciser, si c'était possible, et me livrer en vue de ce but à de nouvelles recherches de détail.

Le résultat de ces recherches me permet de présenter dans cette note quelques considérations nouvelles sur diverses questions qui se rattachent à la position occupée par les dépôts fluvio-lacustres du bassin de Fuveau.

On sait que ces dépôts constituent une grande et très-puissante série (1) qui repose sur des couches marines dépendant du terrain crétacé (2) et dans laquelle on remarque des couches d'eau saumâtre à la base (3); puis le grand groupe des lignites de Fuveau, avec toutes les couches qui lui sont subordonnées (4); puis l'étage de Rognac (5), au-dessus duquel se trouve celui du Cengle (6).

J'ai eu maintes fois l'occasion de parler de ce dernier étage et de la petite faune de Langesse qui le caractérise. Je viens de retrouver cette faune sur les hauteurs de Saint-Antonin et j'ai eu l'occasion de l'enrichir de quelques nouvelles espèces de Limnées et d'Auricules, ainsi que du *Cyclostoma Braunii*, Noulet, qui appartient, comme on le sait, au gisement de Montolieu où il est associé à une multitude de grandes Physes.

La présence de ce Cyclostome dans des couches dont le prolongement vers Langesse offre à l'observation le *Physa prisca* est un nouvel argument en faveur du rapprochement de l'étage du Cengle avec le terrain garumnien tel qu'il se montre dans l'Aude et dans l'Hérault.

Au surplus, ce rapprochement n'est nullement en question. Mais ce qu'il est à propos de déterminer, ce sont les limites

---

(1) Voir la coupe précitée.
(2) Couches B et BB.
(3) Couches C, C' C^2.
(4) Couches D, E, F, G et H.
(5) Couches I et K.
(6) Couches L et M.

séparent la vallée de l'Arc du bassin de Gardanne dans lequel sont d'autres coteaux formés par des couches plus anciennes qui dépendent plus directement des lignites de Fuveau.

La superposition des couches lacustres du Montaiguet aux calcaires du Cengle est partout visible, de telle sorte que, partant de ces derniers calcaires, on rencontre en avançant vers le nord toute la série de couches dont se compose le groupe du Montaiguet, jusques et y compris les couches calcaires qui longent la rive gauche de la rivière au pont des Trois-Sautets.

En continuant la coupe, on rencontre sur la rive opposée de nouvelles couches lacustres que j'avais associées à celles de la rive gauche, mais que de récentes observations me portent à réunir en groupe particulier. Elles constituent différents reliefs du sol le long de la rive droite de l'Arc, et notamment celui qui est connu sous la dénomination de butte de Cuques.

Ainsi, en l'état des faits observés, les couches qui constituent les coteaux du Montaiguet et les deux rives de l'Arc qui leur sont adjacentes peuvent être divisées en quatre groupes, savoir :

1° L'étage du Cengle avec ses calcaires compactes et ses argiles rouges; 2° au-dessus des marnes et des calcaires marneux ou compactes (couches N de la coupe précitée); 3° les couches marneuses et calcaires qui constituent plus particulièrement le groupe du Montaiguet et qui sont caractérisées par le *Planorbis pseudorotundatus*, Matheron, et le *Bulimus Hopei*, Bronn; 4° enfin, au-dessus, le groupe de Cuques, lequel est indiqué, ainsi que les précédents, par les lettres N N dans la coupe ci-dessus indiquée.

La position géognostique des trois groupes inférieurs de cette grande série se trouve parfaitement déterminée.

En effet, puisque l'étage du Cengle, ou soit le garumnien ou soit encore la partie supérieure du groupe d'Alet, est situé à un niveau inférieur au terrain nummulitique de Biarritz et de l'Aude et que les couches lacustres du Montaiguet à *Planorbis pseudorotundatus* et à *Bulimus Hopei* se retrouvent dans l'Aude au-dessus du terrain nummulitique, il est évident que celui-ci, s'il a son analogue en Provence, ne peut y être représenté que par le groupe N.

Si des observations ultérieures démontrent qu'il n'en est pas ainsi, il faudra admettre d'une part que l'étage du Cengle a été émergé pendant toute la période nummulitique et d'autre part

que les dépôts lacustres n'ont recouvert les dépôts nummulitiques de l'Aude qu'après un laps de temps correspondant au dépôt de ces couches N.

Quoi qu'il en soit, comme de la position de ces trois groupes de couches dépend plus ou moins celle qu'il faut assigner à tout le restant de la grande série fluvio-lacustre du S. E. de la France, sur laquelle quelques points sont restés douteux, j'ai dû m'appliquer à la mieux préciser, si c'était possible, et me livrer en vue de ce but à de nouvelles recherches de détail.

Le résultat de ces recherches me permet de présenter dans cette note quelques considérations nouvelles sur diverses questions qui se rattachent à la position occupée par les dépôts fluvio-lacustres du bassin de Fuveau.

On sait que ces dépôts constituent une grande et très-puissante série (1) qui repose sur des couches marines dépendant du terrain crétacé (2) et dans laquelle on remarque des couches d'eau saumâtre à la base (3); puis le grand groupe des lignites de Fuveau, avec toutes les couches qui lui sont subordonnées (4); puis l'étage de Rognac (5), au-dessus duquel se trouve celui du Cengle (6).

J'ai eu maintes fois l'occasion de parler de ce dernier étage et de la petite faune de Langesse qui le caractérise. Je viens de retrouver cette faune sur les hauteurs de Saint-Antonin et j'ai eu l'occasion de l'enrichir de quelques nouvelles espèces de Limnées et d'Auricules, ainsi que du *Cyclostoma Braunii*, Noulet, qui appartient, comme on le sait, au gisement de Montolieu où il est associé à une multitude de grandes Physes.

La présence de ce Cyclostome dans des couches dont le prolongement vers Langesse offre à l'observation le *Physa prisca* est un nouvel argument en faveur du rapprochement de l'étage du Cengle avec le terrain garumnien tel qu'il se montre dans l'Aude et dans l'Hérault.

Au surplus, ce rapprochement n'est nullement en question. Mais ce qu'il est à propos de déterminer, ce sont les limites

---

(1) Voir la coupe précitée.
(2) Couches B et BB.
(3) Couches C, C' C^2.
(4) Couches D, E, F, G et H.
(5) Couches I et K.
(6) Couches L et M.

ment boréal des zoophytes dévoniens ou siluriens n'a son analogue présent que dans les protozoaires de l'océan Indien.

Le faciès tropical qui n'affleure plus passé 23°,28′ persévère et passe outre en stratigraphie; la zone torride quitte le sol pour le sous-sol. Son plongement sous la couche invariable de température est une pente nord aussi, mais plus inclinée que celle-ci; elle passe dessous les superficies tertiaires tempérées ou froides, et parvient ainsi jusqu'au pôle. La quantité de ce plongement varie depuis le 0 tropical, son point de départ, jusqu'à des profondeurs supérieures aux 1,450 mètres polaires de la couche invariable. Mais, en général, on retrouve à 600 mètres de fond les anciens appareils des surfaces d'autrefois, fossile tropical et température de 30°, fossiles tous deux peut-être, et cela sans besoin absolu de l'intervention centrale; car ces profondeurs d'à présent, les surfaces du passé, pourraient avoir conservé, sous les dépôts subséquents, avec les archives de la vie ancienne, le climat contemporain, la chaleur ou partie de la chaleur tombée sur leur verticale.

La stratigraphie est divisible en degrés comme la latitude; si l'on rapproche les 90 degrés de cette échelle d'une échelle de latitude, il vient :

0° latitude = 90° profondeur, et les degrés suivants en remontant jusqu'à la craie.

23° latitude = 23° profondeur, date du climat crétacé, torride, universel.

90° latitude = 90° profondeur nulle part.

0° profondeur = 90° latitude à 90° latitude seulement.

L'altitude comme la latitude a des rapports avec la profondeur; si, sous l'équateur, l'ascension de 4,000 mètres donne en bas le palmier, au milieu l'orme, au sommet le pin, le forage renverse au nord cette proportion, et donne, selon le degré, le pin, l'orme et le palmier. Les formes de la vie se refroidissent en altitude comme en latitude, d'où le cosmopolitisme simulé des pins ou des ours à toutes les latitudes, mais à des altitudes diverses. La profondeur égale une racine quelconque de la latitude et de l'altitude. Étant donnée une station arctique, les formes descendent en profondeur comme en latitude, tempérées, tropicales, hypertropicales; partout ailleurs les formes s'exaltent ou persistent en profondeur.

Ce processus de la vie tropicale en latitude, à mesure que l'on remonte dans les âges, avait fait supposer que la vie avait débuté au nord, que le pôle avait été son berceau, et que, des

provinces arctiques comme point de départ, elle avait ensuite rayonné vers l'équateur en descendant progressivement l'échelle des coordonnées sphériques. La vie ne paraît pas avoir fait son entrée ici-bas sous tel ou tel parallèle. Au début le climat était un, tropical, la forme zoïque une, tropicaux tous deux; conséquemment l'être primordial a donc revêtu le faciès torride comme le climat. Ce régime s'étant modifié par suite du refroidissement des pôles, la zone torride, générale d'abord, s'est repliée sur l'équateur; la vie tropicale a suivi cette rétrocession; le courant descendant a donc véritablement eu lieu à mesure que l'âge des larges développements synchroniques a pris fin. Cette rétrocession sur l'équateur des formes organiques n'est pas spéciale à la vie, et se retrouve dans certaines actions chimiques ou inorganiques; les couches de sel gemme, formations neptuniennes évidentes, sont d'autant plus boréales qu'elles sont plus anciennes; triasiques en Russie, éocènes aux Carpathes, pliocènes aux confins du Sahara, ces anciens relais de la mer desséchés se sont superposés aussi en latitude. L'association constante du gypse avec le sel donne au premier les mêmes allures topographiques. Il n'est pas jusqu'aux pétrolies où l'âge n'influe sur les gisements échelonnés en latitude.

Telle est la zone torride, affleurant dans le présent à 23°28', mais totale dans le temps et dans la profondeur où se continuent, en s'exagérant, la vie et le climat tropical.

Ainsi s'analyse le phénomène ou processus paléothermal. Le fait est évident, sans conteste; ce qui l'est moins, c'est son interprétation. Or, devant le refroidissement continu des pôles tombe toute interprétation en dehors du fait, et qui ne concorde pas avec lui, causes intérieures, perturbatrices, accessoires, etc. Car ces interprétations abondent; les énoncer suffit souvent pour les réfuter; pôle électrique et lumineux, aurore boréale constante, lumière zodiacale prolongée, et autant de jeux de l'esprit qui n'ont pas plus éclairé les pôles, qu'ils n'éclairent le problème; causes cosmiques, telles que interversion de l'axe terrestre, droit, comme dans Jupiter, couché comme dans Uranus, et autant d'impossibilités astronomiques ou zoïques; causes secondaires ou accessoires, telles que soulèvements partiels, courants chauds déterminés, fluides, liquides, etc., toutes influences locales insuffisantes dans une question générale; hauteur supposée plus grande de l'atmosphère, plus psychique que thermale, puisque cette atmosphère surchargée de substances athermanes, et à l'état divisionnaire, le plus athermane de tous, sur

100 rayons lumineux, n'aurait laissé passer comme l'eau, comme l'alun, le sulfate de chaux, etc., que 11, 12, 20 de ces rayons. Calotte de glace arctique, dont l'absence dans les périodes est proposée comme la cause de la chaleur polaire ancienne; véritable pétition de principe, puisque l'on demande précisément pourquoi cette calotte a fondu dans les temps antérieurs. L'inclinaison variable de l'écliptique, de 48″ par siècle, n'oscillant qu'entre 3° 45′, et périodique en cent mille ans environ, a été l'hypothèse favorite des géologues; mais elle est par trop insuffisante pour pouvoir s'adapter à la moindre période géologique et à l'uniformité primitive du climat ancien qu'elle aurait rendu plus irrégulier encore, comme dans Uranus. D'ailleurs le phénomène paléothermal n'a pas été fonction discontinue, mais continue dans le temps; il n'a pas alterné en moins, de deux degrés, entre les hémisphères positifs et négatifs; il n'a pas eu de ces retours producteurs ou destructeurs de la vie; il a été un et synchronique pour les deux hémisphères.

Le feu central en se manifestant à la surface aurait-il eu, comme on l'affirme, le privilége d'y annuler la chaleur solaire, et d'y substituer la sienne, ou d'y régner à sa place? Pour réfuter cette singulière hypothèse, qui ne tendrait à rien moins qu'à détrôner le soleil dans les périodes, il n'est besoin d'invoquer ni l'observation journalière de coulées encore incandescentes en dedans et refroidies au dehors, à ce point d'être foulées impunément ou recouvertes de neiges persistantes, ni le calcul réduisant presqu'à 0 la quantité du flux intérieur qui traverse un épiderme de roches non conductrices, depuis la fermeture du dedans par la solidification extérieure du sphéroïde, assimilable à la lave ci-dessus; il suffit pour cela de scinder le phénomène paléothermal qui est double, chaleur et lumière, et de circonscrire le problème dans un seul de ses éléments, la lumière, le plus clair des deux. La chaleur étant commune au feu sus-jacent et au feu sous-jacent, j'élimine cet élément douteux, contestable; *tollatur de medio :* la discussion ainsi simplifiée, ce n'est plus le thermomètre, c'est le photomètre qui va la résoudre. La lumière a dans la végétation un rôle aussi important que la chaleur; puis donc que le végétal vit aussi de lumière, on est en droit de se demander devant un sous-sol houiller arctique quelconque : « Comment ces fossiles tropicaux, ces fougères, ces calamites, ces lycopodiacées, ont-ils pu résister, non pas à un trimestre de froid (la chaleur n'est plus en cause ici), mais à un trimestre de ténèbres? quels rayons

lumineux sont tombés à cette place aujourd'hui si déshéritée du jour, et se sont fixés et accumulés dans cette exubérante végétation? quelle radiation chimique et physiologique inconnue a décomposé tout ce carbone? quelle lumière, feu central ou soleil, absorbée dans ce détritus végétal, ressuscite pour nous la combustion de la houille? » Poser une telle question, c'est la résoudre; évidemment le feu central n'a que faire dans une question d'éclairage et de chimie végétale; évidemment cette lumière, cette radiation a été la lumière, la radiation solaire; évidemment le flambeau qui a éclairé les pôles n'a pas été le feu central, mais le soleil; dans ces hautes latitudes où je circonscris de préférence le phénomène, qui donc aurait pu agrandir le jour, si ce n'est le jour lui-même? doubler l'insolation, si ce n'est le soleil? quel autre aurait corrigé ses écarts, ramené au pied de la perpendiculaire le rayon oblique qui rase aujourd'hui l'horizon? qui a modifié le régime de ténèbres trimestriels actuel, pour y substituer jadis le nycthémeron égal? qui a accumulé la vie primitive, avec la lumière au nord, sinon l'astre moteur principal de la vie? On va chercher bien loin, dans l'extrême profondeur, un feu caché infiniment probable, mais que personne encore n'a vu, pour expliquer des phénomènes de surface, tandis que leur unique et véritable auteur, le soleil, est là sur nos têtes qui nous éblouit de son éclat! lui seul aura donc régné sans conteste, autrefois, comme à présent, dans la zone torride profonde, comme à la surface, mais plus puissant, plus lumineux; c'est là cet excès d'insolation si désiré des botanistes, et qui, mieux encore que l'excès supposé d'acide carbonique, aura grossi comme au microscope les mousses et les presles gigantesques des premiers temps.

Au soleil, et à lui seul se rapporte l'élément lumière du phénomène paléothermal; mais dans la lumière diffuse du soleil, la chaleur est inséparable de la lumière; les deux éléments sont *indivis et congénères*, puisque la lumière n'est que de la chaleur lumineuse, et la chaleur de la lumière thermale; donc le soleil aura été l'auteur commun des deux excès réunis de chaleur et de lumière, qui constituent le phénomène paléothermal.

Le feu central n'est pas en cause ici; à lui l'intérieur, soit; mais au soleil le dehors; avec cette différence toutefois, que l'hypothèse du feu central, infiniment probable, n'est pas encore démontrée, tandis que le soleil, lui, n'est pas une hypothèse; il se démontre de lui-même. Depuis la date de la sté-

réosphère, la chaleur ascendante a été insensible à la surface, ou, si elle y est encore perceptible pour le calcul, elle ne l'est plus pour le naturaliste. Le flux intérieur n'a donc pas plus réchauffé les pôles autrefois par une intervention active, que sa non-intervention présente ne les refroidit aujourd'hui. D'ailleurs si notre sphéroïde brûlant eût échauffé la surface à l'égal de nos calorifères, comment la vie eût-elle pris pied à ce contact? Et si la périphérie s'est refroidie ensuite, pourquoi s'est-elle refroidie par les extrémités? Le rayon polaire n'est-il pas plus court, plus rapproché du centre, plus sensible à sa chaleur que le rayon équatorial? Enfin, si le flux intérieur a tellement transpiré à l'extérieur autrefois, où sont les traces d'une communication si active, les efforts d'une ascension si énergique et si abondante? Les cratères éteints primaires? une ceinture volcanique quelconque? la vulcanicité, insensible dans le passé, n'est-elle pas le caractère des dates récentes ou modernes?

En résumé, l'excès d'insolation paléozoïque n'a pu venir que du côté lumineux, tropical, de l'agrandissement de la zone lumineuse; toutes les hypothèses autres se heurtent et tombent devant les lois absolues de la lumière et ses droits imprescriptibles.

L'époque la plus proche de nous, la quaternaire, si courte au premier aspect, qu'elle a été niée par plusieurs, réunit en elle seule toutes les réfutations des hypothèses précédentes. La terre quaternaire avait eu tout le temps de se refroidir depuis les premiers âges, et de perdre l'excès du flux intérieur supposé; et cependant la Sibérie était éclairée assez pour être habitable, et surtout pour produire l'alimentation végétale de ces grands appareils de consommation, les pachydermes; le trimestre de ténèbres arctiques y était donc modifié; à moins d'imaginer qu'*Elephas* et *Merycotherium* l'eussent passé dans le sommeil d'hiver. La Sibérie quaternaire jouissait déjà d'un climat analogue à celui de l'Allemagne du nord, dont elle répète en petit, comme dans une réduction géographique, l'orographie et l'hydrographie; et cependant cette contrée n'a subi depuis aucun changement capable d'expliquer une telle différence de climat; pas de soulèvements à invoquer de ce côté; les Alpes scandinaves, soulevées depuis longtemps, barraient alors comme aujourd'hui le passage aux courants chauds de l'Atlantique; l'élévation du sol y était la même, ainsi que sa configuration, ses reliefs; les contre-forts de l'Altaï circonscrivaient, sans offrir de glaciers, les bassins des grands fleuves dont la direction polaire indique des eaux libres se rendant dans

une mer libre; l'appareil littoral maritime était sensiblement le même; donc aucune des causes mentionnées, l'insolation exceptée, ne rend compte de cette climatologie quaternaire sibérienne, pas même le feu central, dont on a voulu prolonger l'action jusqu'au diluvium. Là, comme partout, il n'y a eu rien de changé que l'insolation ou le soleil.

Cessons donc de chercher ailleurs que dans l'unique source de chaleur et de lumière superficielles l'origine des augments progressifs des températures anciennes, depuis l'écart quaternaire jusqu'au jour égal, à la zone torride uniforme, jusqu'à la sphère homœothermale, homœophane primaire; la nature n'a pas opéré dans le passé autrement qu'aujourd'hui; les voies actuelles, les causes présentes, lentes mais agrandies, suffisent amplement et au delà à toutes les conditions du problème; si donc le nord paléozoïque a été plus chaud, si sa surface a été plus lumineuse, c'est qu'il aura été plus éclairé, plus échauffé par le soleil. S'il a été plus habité, c'est qu'il aura été plus habitable; l'habitat aura fait comme l'habitant, et aura revêtu comme lui des formes tempérées, tropicales, hypertropicales. Il suffit, pour obtenir tous ces résultats, d'agrandir les conditions actuelles d'illumination ou d'insolation, d'élargir le domaine de la chaleur et de la lumière, c'est-à-dire la zone torride sur la terre et dans le ciel, le soleil.

Le diamètre solaire n'est pas fixe et varie déjà pour la terre, selon la série de ses distances au soleil sur l'écliptique; à équidistance de Vénus ou de Mercure, la quantité de variation ne serait plus 66", mais atteindrait un diamètre même. La grandeur du soleil est donc susceptible de variations apparentes ou réelles, et il ne nous paraît fixe que parce qu'il manque à l'observation historique une base chronométrique suffisante pour établir une parallaxe dans le temps; mais ce qui excède la vie de l'homme et de l'espèce, l'immensité dans la durée, les périodes géologiques, où le calcul se joue avec les siècles, comme il le fait avec les myriamètres dans l'espace, l'offrent à coup sûr; et les hectosiècles, les myriasiècles géologiques feront ce que quatre mille ans n'ont pu faire.

La dilatation du soleil ou des soleils géologiques se déduit du phénomène paléothermal; elle n'a pas été apparente, mais réelle. La fixité des centres immuables étant un axiome astronomique, force est bien de rapprocher les circonférences, et des deux en présence la seule dilatable ou fluide, le soleil. Supposons la terre devant un soleil dilaté de 66" seulement;

une variante de 66", telle que le rapport présent de l'aphélie au perihélie, aurait été, alors comme aujourd'hui, insensible à la surface. D'autre part, la terre miocène a joui de la température de Vénus, puisque Paris miocène accuse 20° de chaleur; la terre miocène aurait donc joui comme Vénus de deux chaleurs, de deux surfaces solaires, de sorte qu'en moyenne il viendrait à cette date, Sibérie, 2°; Paris, 20; équateur, 60°. Dans cette donnée la température s'élève peu au nord; mais l'excès équatorial aidant, des courants chauds, établis du sud au nord, auraient pu relever indirectement le degré direct de chaleur et suffire à la végétation. Tant que ces prolongements du rayon solaire ne dépassent pas des minutes, la chaleur concorde assez sur la terre et dans le ciel, avec R 20′ R 30′ supposé l'un miocène, l'autre crétacé. Déjà cependant avec R 30′, comme dans Mercure, huit chaleurs, huit surfaces, deux diamètres, la température s'accusant 8° en Sibérie, 80° à Paris, 240° à l'équateur, devient presque antibiologique; mais, passé ces périodes, les phénomènes ne concordent plus absolument, et il n'y a plus moyen de s'entendre entre le ciel et la terre; sur la terre, la chaleur torride acquise à la sphère, dès la craie, reste stationnaire; le thermomètre ne monte plus guère dans les périodes suivantes; il y a seulement diffusion générale de la même chaleur, au lieu que, dans le ciel, le rayon solaire prolongé dans le temps croît sur l'équateur céleste, et y continue son ascension parallèlement à cet arrêt de la température terrestre. Lors donc que la terre secondaire, primaire, marque 30° toujours, 30° partout, le soleil lui répond synchroniquement au carré du diamètre par les multiples de ces mêmes degrés, c'est-à-dire par une chaleur émise synonyme des R 6° ou R 5°, de combustion, de vaporisation pour la terre, et pour Mercure et Vénus avant elle. La formule des dilatations cubiques par la chaleur, qui donne l'excès au lieu de l'uniformité du climat, pèche bien plus encore du côté de la lumière; celle-ci y est tout à fait insuffisante. Toute la difficulté vient réellement du côté du jour arctique, car des rayons aussi bas que R 20′, R 30′, n'ont pu le modifier à ces hautes latitudes; vainement invoquerait-on l'intensité crépusculaire de tels soleils; elle était incapable de rendre équinoxial le régime semestriel de lumière; ce crépuscule aura bien pu, mieux que l'étoile polaire, guider l'hiver l'Éléphant et le Chameau velus aux déserts sibériens; mais le jour réfléchi n'étant pas physiologique n'a pu suppléer la radiation solaire absente dans la production de la plante ou de

l'aliment végétal. Le défaut de jour, si sensible à la date quaternaire, s'accentue bien plus à l'époque miocène et aux suivantes. Ainsi, devant l'insolation analogue à celle de Vénus ou même de Mercure, les terres tempérées ou torrides arctiques, des dates miocènes ou carbonifères, fussent restées stériles, nonobstant l'afflux de la chaleur équatoriale supposée. La date évidemment récente et l'immensité du jour miocène au Spitzberg indiquent une hauteur angulaire dans le soleil correspondante; le photomètre infirme le thermomètre. Cet antagonisme de la chaleur et de la lumière, l'un voulant des minutes, l'autre des degrés dans les dilatations cubiques, est infranchissable; il dénote un vice radical dans cette formule, qui est de vouloir remonter le temps au lieu de le descendre tout simplement; de conclure du présent au passé, d'attribuer à un refroidissement général ce qui a été l'effet de la prédominance de l'attraction sur la répulsion, et d'appliquer notre unique coefficient connu, la chaleur, à la dilatation cosmogonique. Et d'abord il n'y a pas eu de dilatations, mais des concentrations cubiques; le paléontologiste n'a donc pas à refaire le soleil, mais à l'accepter tout fait et dilaté par un coefficient inconnu. TXV n'est donc pas applicable au soleil. Cette formule donnant l'excès au lieu de l'uniformité de climat, le crépuscule au lieu du jour, infirmant le cosmopolitisme des êtres, ne répond à aucun terme précis de la paléontologie et de l'astronomie; dans le ciel elle fait des orbites d'immenses foyers de combustion; qu'est devenu le stock de chaleur? Sur la terre, elle fait correspondre la biologie ancienne, la stratigraphie totale, à un degré dans ce soleil, de sorte que les 89° autres du rayon vecteur, jusqu'au point de sécession, auraient concordé pour la terre avec des états nébuleux ou chaotiques. Poursuivie indéfiniment, cette formule donne la nébuleuse ou le maximum de dilatation, comme le maximum d'éclat et de chaleur. Or, jamais matière cométaire, jamais nébuleuse a-t-elle offert ce maximum, et un éclat autre que la faible lueur qui lui a valu son nom? L'avenir même que nous réserve la formule n'est pas rassurant, car il mène directement à l'affaiblissement, à l'extinction définitive du soleil.

Laissons les errements de la chaleur, suivons les prescriptions absolues de la lumière, comme il a été fait précédemment pour dégager le problème des limbes du feu central, et l'explication suivra claire comme son principe.

D'abord, le phénomène paléothermal est un fait, et comme

tel supérieur à toute théorie. Une simple coquille tropicale fourvoyée près du pôle, un Nautile, un Orthocératite, moins que cela, un zoophyte, un coralliaire des mers arctiques, réclamant sa part de lumière, à cette place aujourd'hui si déshéritée du soleil, nous y prescrit les conditions de son existence passée, et aussi certaines indications cosmogoniques ; ce fossile tropical a vécu dans ces hautes latitudes; donc il y a joui du climat tropical, du jour égal, et de 30° de chaleur, donc T n'a pas été multiplié, mais plutôt divisé par V. Cet infime discute à sa manière nos théories, et son interprétation muette n'est pas à dédaigner, car il n'est pas seul de son avis; outre qu'une forêt d'anthozoaires, ses semblables, a recouvert le lit des mers, il a derrière lui une succession infinie de faunes et de flores, toutes solidaires, toutes unanimes sur le témoignage précis du passé, dilatation continue de la zone lumineuse et chaude se substituant successivement aux autres, dans le temps et en latitude.

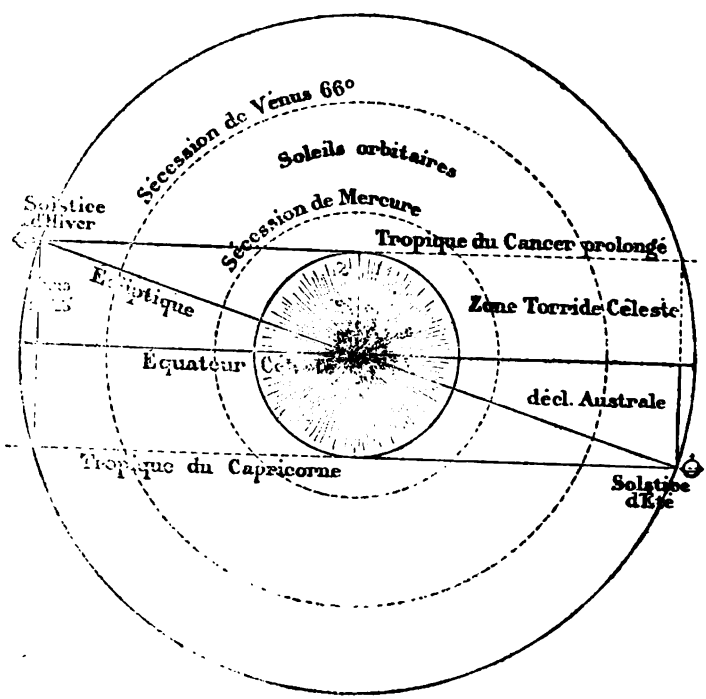
Poursuivons ces indications et autres qui dérivent du phénomène paléothermal précédemment expliqué : la zone torride antérieure se continue avec la nôtre, dans la profondeur; donc le soleil y a continué aussi son rôle de surface, mais exagéré; superficielle ou profonde, présente ou passée, l'insolation a été continue; son intensité, son étendue, ont seules varié; d'où la nécessité d'opérer l'une et l'autre dilatation, le soleil autant que la zone lumineuse et chaude; le dilemme est rigoureux; processus solaire et processus torride ont été deux ordonnées parallèles; le rayon arctique du soleil, et l'élévation en latitude de la zone torride ont été prolongés sur leur équateur réciproque, dans une raison commune directe et synchronique. La hauteur du rayon solaire mesure aujourd'hui en moyenne sur l'équateur céleste R.16′1″; telle est sur cet équateur la hauteur du parallélogramme du jour, dont les côtés, sinus de l'écliptique, et rayon solaire égalent 16′1″; dont la base est l'équateur céleste même, et le côté supérieur parallèle est le rayon vecteur moins le sinus verse. Sinus de l'écliptique et rayon arctique du soleil égalent donc 16′1″. Cette quantité n'est pas un point dans l'espace; cependant on la néglige dans la pratique où la déclinaison se règle sur le centre même des astres observés au mural, déduite de la demi-somme des deux bords opposés. C'est donc au centre du soleil que correspond la ligne fictive des tropiques; mais, en réalité, la demi-somme ainsi abstraite n'en déborde pas moins la limite torride, laquelle doit être reportée plus haut en latitude; en réalité, la valeur hémi-

cycléenne 16′2″, ou 15′45″, minimum, doit s'ajouter à la zone établie, et reporter celle-ci à 23°48′, au lieu de 23°28′. Cette quantité complétive ultratropicale est telle à présent; mais devant l'excès d'insolation ancienne, elle a dû varier avec le rayon arctique du soleil, comme l'excès paléothermal et son processus boréal, et dans un rapport commun. Si donc l'observateur présent de la ligne des tropiques, adossé à un mur vertical, y voit le soleil à midi déborder la perpendiculaire de 16,1′, l'observateur quaternaire, tertiaire, etc., s'il en fut jamais, aurait vu ce même bord arctique du soleil déborder non plus de 16,1′, mais de 0° 1′ 1″, quantités ultratropicales, et qui doivent en réalité s'ajouter en plus à la zone torride contemporaine.

Etant donné l'équateur céleste, on peut construire sur cette base une série de parallélogrammes, dont les côtés s'élèveront, comme la hauteur même du sinus de l'écliptique, à la hauteur du rayon solaire. Dans cette série de rectangles à base commune équatoriale, et se superposant au sommet, l'angle formé par la diagonale croîtra comme la hauteur des côtés, et il viendra des rayons solaires différents, égaux à des sinus différents. Or, parmi ces valeurs d'angles, il en est une caractéristique, capitale dans l'histoire de la terre, car elle a coïncidé avec le jour égal, avec le climat uniforme paléozoïque. Besoin n'est pas de prolonger jusqu'à 90° le rayon solaire pour obtenir 90 dans la zone torride terrestre; du moment que le diamètre du soleil aujourd'hui = 16′ 1″ aura mesuré le sinus de l'inclinaison de l'écliptique = 23′28″, dès que le rayon solaire prolongé sur l'équateur y aura égalé en hauteur la hauteur même atteinte par la terre au solstice, ce jour-là les effets de la translation annuelle ont été compensés, ils ont été annulés; R ayant égalé sinus = 23° 28′, inclinaison a égalé 0. L'uniformité du climat a été acquise absolument, et le soleil du jour égal s'est levé sur toute la terre. La terre aura eu beau couper deux fois par an l'équateur, monter, descendre de 23° 28 au-dessus, au-dessous de l'équateur, devant un soleil égal en diamètre au sinus complet, la terre aura trouvé toujours en sa translation un rayon solaire quelconque droit devant elle, et les variations du jour auront été limitées aux seuls effets de la rotation diurne. Je ne sache pas d'autre mécanisme capable de redresser les effets de l'inclinaison sinon l'axe terrestre; car, pour compenser le balancement apparent de la terre au-dessus et au-dessous de l'équateur céleste, il faut absolument imaginer un balancement égal et synchronique dans le soleil, ou intercaler une

série continue de soleils entre un rayon égal en hauteur au sinus d'inclinaison, ou simplement agrandir le rayon d'un soleil unique, du sinus même de l'inclinaison = 23° 28'. Du moment que la hauteur du rayon solaire est égale à la hauteur extrême de la terre, au solstice partout elle lui fait équilibre; l'axe de la terre se trouve redressé en puissance, et les conditions équinoxiales joviennes sont réalisées sur la terre.

Soleil primaire ou nébuleuse solaire de 47° — Parallélogramme du jour égal et du climat torride uniforme, ou rayon solaire 23° 28' = sinus 23° 28' et obliquité de l'écliptique = 0.



Le rayon actuel R16', par l'effet de l'obliquité de l'écliptique est l'équivalent tropical de 23°28' + 16'; prolongé réellement de 23°28', il équivaut à 90°, donc la même construction donne le climat uniforme torride; elle est commune à la chaleur et à la lumière; car si l'on réunit en un seul les deux parallélogrammes précédents, positif et négatif, il vient de leur somme australe et boréale un parallélogramme unique dont la base est le tropique du Capricorne, et le parallèle supérieur le tropique du Cancer, et dont les côtés sont le sinus complet, et le diamètre solaire, tous deux mesurant 46°56'. L'écliptique devient sécante, l'équateur est commun. La terre, dans cette construction, quelle que soit sa hauteur de translation, ne sortira pas de la zone torride céleste prolongée; de sorte que, si on la suppose privée des effets de translation, immobile en hauteur, et si on projette adjacente au parallélogramme, sa figure agrandie à l'échelle du sinus complet, les tropiques célestes prolongés raseront les extrémités des deux axes solaire et terrestre, égaux tous deux à 46°56', la zone torride céleste passera et se continuera sur la terre qu'elle couvrira en entier; d'où jour égal et climat torride uniformes sur toute la sphère.

Un soleil de 47° n'a pu avoir été qu'une nébuleuse. Le soleil primitivement dilaté ressemblait parfaitement à une nébuleuse, d'après Laplace, et conséquemment était à un degré quelconque de la condensation nébuleuse ou stellaire.

Or, sans préjuger en rien la nature de la chaleur et de la lumière solaires, hypothèse la plus simple, on peut les ranger avec la masse, sous une raison commune de densité, mais avec persistance au total de la même somme thermale ou lumineuse, nonobstant les variations de volume. Ainsi l'intensité lumineuse, moins dense dans les dilatations cubiques, plus vive dans les concentrations, au total aura pu rester la même. Ces rapprochements numériques ont été établis par Herschell le père, pour la masse, dans les transformations possibles de nébuleuses en étoiles, et par Arago, dans les agglomérations cubiques de la lumière nébuleuse, convertie en lumière stellaire. «Les particules lumineuses ne sont pas nécessairement en plus grand nombre dans un astre dilaté, que dans le même astre condensé, dit Arago; éparpillée ou réduite, la lumière y offrira la même intensité totale..... Si l'on écarte graduellement l'oculaire d'une lunette, on verra l'étoile s'affaiblir à mesure qu'elle remplit le champ de la vision, et l'inverse se produire dans l'image réduite.» L'inverse a pu aussi se produire dans les so-

leils dilatés, devant l'oculaire du temps, et la lumière y avoir été divisée et non multipliée par le volume. La chaleur aura fait comme la lumière, et aura été au même degré de rareté qu'elle, dans ces moindres concentrations de la masse. Même avec 47°, la chaleur n'aurait été ni en excès sur la terre, ni en raison des 10,000 surfaces solaires résultantes. On se représenterait en quelque sorte, et on reconstruirait devant le regard ces soleils dilatés d'autrefois, en regardant le soleil présent à l'aide de verres d'un grossissement croissant; suivant le degré d'amplification de l'image, la lumière et la chaleur solaires s'affaibliront, et la forme réduite de la concentration présente rétablira seule leur degré d'intensité. Les réductions poursuivies encore plus loin figureraient probablement les soleils de l'avenir.

Telle aurait été l'insolation primaire, pâle, voilée, uniforme, spécialement favorable aux plantes de la flore primordiale, qui fleurissent peu ou point, aux *Araucaria*, aux lycopodiacées, etc. Le cosmopolitisme primaire et même secondaire affirme, comme le parallélogramme précédent, l'uniformité du jour et du climat synchroniques; ainsi la houille a joui du même climat du 33° au 70° latitude; il n'y a pas eu deux régimes de jour et de température pour la même flore ni même pour la faune, l'un au midi et l'autre au nord; les poissons ganoïdes n'ont pas été des *Cœcilia* au nord, ni les *Stigmaria* des plantes annuelles.

Dans ce système, de l'égalité de chaleur, nonobstant la diversité de volume, l'excès paléothermal aurait eu pour raison unique le rapprochement du pourtour du soleil, égal au quart environ du rayon vecteur, pour un soleil de 47°; le rapprochement des équateurs des deux hémisphères en présence étant supérieur à celui des pôles, on conçoit la stérilité paléozoïque à l'équateur brûlé par la chaleur et la riche expansion de la vie polaire plus éloignée des ardeurs solaires. La date du refroidissement des granites, = 1330° de chaleur, pourrait se déduire aussi de la quantité du rapprochement, et donnerait précisément la distance solaire synchronique. Il se peut néanmoins que la chaleur des dilatations cubiques ne soit pas restée égale, mais quelque peu supérieure; préciser cet augment est impossible. Vrai est-il que si Mercure solidifié, montagneux, circule tel, à 33° du soleil, la terre a bien pu circuler telle aussi à équidistance d'une nébuleuse de 66°. Devant ce périhélie, on conçoit la climatologie primaire, l'océan Glacial devenu thermal, et les formes tropicales déve-

loppées comme nos cultures forcées, dans les terres chaudes arctiques primaires.

Le parallélogramme précédent donne le jour égal direct, absolu et mathématique. Entre R 23°28′ et R 16′, notre rayon actuel, il se superpose une série décroissante de parallélogrammes intermédiaires avec sinus et cosinus, inversement proportionnels, inscrits au colure des solstices; on aura donc, à mesure que les côtés baisseront, un dérangement de plus en plus accusé du nycthéméron parfait, et il viendra :

Sinus et rayon 23°28′ = jour égal et obliquité 0,

Sin. et R. 11°44′ = jour 1/2 égal et obliq. 11°44′,

Sin. et R. 5°52′ = jour 1/4 égal et obliq. 17°36′, etc.

Appliquant ces points de repère à la chronologie paléozoïque, ce mécanisme a-t-il fonctionné exactement dans les périodes? Non, car il s'y est compliqué de singuliers phénomènes de réfraction et de crépuscule. Si de nos jours la réfraction nous paraît remonter le soleil sur l'horizon, de 33′, et si le crépuscule le supplée jusqu'à 18° au-dessous de l'horizon, la réfraction et l'intensité crépusculaires d'aussi prodigieux soleils auront simulé et devancé de beaucoup, dans les périodes, le jour égal, vrai et direct; l'intensité crépusculaire surtout aura pu s'accroître jusqu'à 36° sous l'horizon par la hauteur seule supposée double de l'atmosphère primitive. Or, si le jour indirect réfléchi réduit déjà de moitié le semestre ténébreux au pôle et annule la nuit absolue à Paris, au 20 juin, ce jour, multiplié au carré des diamètres solaires, aura multiplié la lumière d'autant; et voilà pourquoi sans doute dès l'époque crétacée, au quart à peine stratigraphique, le faciès torride paraît général, universel; pourquoi dès le miocène, et même dès la date quaternaire, les parallèles arctiques ont joui d'une illumination supérieure à leur jour réel. Sous toutes ces réserves, on peut faire une part égale dans l'insolation aux deux jours, vrai et simulé ; R. 23°28′ aura dû correspondre exactement au jour égal direct, et R. 11°44 au jour égal réfléchi, l'un silurien, l'autre crétacé. R. 5°52′ aurait enfin concordé avec l'ère miocène, moyenne des trois stades de l'époque tertiaire; et R. 2°56 aurait mesuré le soleil et le jour quaternaire sibérien doublé lui-même dans ses effets crépusculaires. L'uniformité du jour et du climat n'aura même pas été absolue, mais relative, sur la sphère primaire, polaire surtout, où le jour a été la règle, la nuit l'exception. La houille arctique a été hypertropicale sans que le tropique se superposât sur le cercle arctique; il y

aura donc eu deux climats torrides, deux jours égaux, l'un vrai antérieur, le jour primaire, l'autre simulé indirect et de beaucoup postérieur ou crétacé. Ces différences produisent bien des illusions d'optique dans le temps et en latitude.

Les dilatations cubiques du postulatum cosmogonique de Laplace sont aussi nécessaires à la géologie qu'à l'astronomie. Il y a eu des soleils orbitaires supérieurs, et d'autres inférieurs ou géologiques, lesquels, s'ils n'eussent pas été, devraient être inventés de par l'ordre des sécessions planétaires et le processus paléothermal.

Les dilatations cubiques ont été le trait d'union, le pont jeté entre les planètes et l'astre central. Le soleil en sphère de vapeur, ou l'atmosphère solaire, aura rempli tous les orbites planétaires; ces orbites nous disent que le soleil s'arrêtait à ces anciennes rives de la mer lumineuse. Supprimez ces retraites successives, et la sécession des planètes, comme leur isolement actuel dans l'espace, deviennent incompréhensibles; en effet, pour que la terre se soit détachée du soleil, il a bien fallu que le disque solaire s'étendît d'abord jusqu'à son orbite, avant de se concentrer jusqu'en ses limites actuelles. La distance de la terre, R. = 0 primitivement, est devenue R. 24,000, et le rayon primitif, = 24,001, est aujourd'hui = 1.

L'invariabilité du système serait une anomalie dans le mouvement général, universel. « Tout cela ne s'est pas fait dans un jour. » (Laplace). Puisque la terre a subi de telles évolutions dans sa constitution, son climat, son hydrographie, sa biologie, etc., le soleil qui l'éclaire et la vivifie n'a pu rester immuable dans un éternel *statu quo*. L'invariabilité apparente de son diamètre actuel pouvait être une objection sérieuse dans l'ancienne géologie, alors qu'un cercle consacré étreignait l'âge des périodes entre quelques mille ans; à cette heure que les myriasiècles géologiques peuvent rivaliser, dans le temps, avec les myriamètres uranographiques dans l'espace, les évolutions ou variations du soleil sont légitimes, nécessaires; elles se déduisent des métamorphoses synchroniques du globe son subordonné.

Si le diamètre du globe s'est sensiblement raccourci depuis sa solidification même, le diamètre solaire aura varié dans la proportion d'un corps gazeux à un corps solide; le soleil présent n'est que la racine carrée ou cubique des soleils antérieurs; son apparente invariabilité est sans doute l'effet des condensations antérieures; la masse est ou parvenue à sa normale de

densité, ou plus réfractaire et plus résistante à des réductions nouvelles. Le soleil n'a donc pas toujours été une des moindres étoiles du firmament; il pouvait aller de pair avec les autres soleils, quand les rivages de l'océan lumineux s'arrêtaient à l'orbite de Neptune; car sa circonférence a dû décrire, et son diamètre mesurer tous les orbites. Les planètes aussi n'ont pas toujours été ces grandes inutilités physiques d'à présent, bonnes à exercer l'observation et le calcul; car chacune à son tour, ayant été, devant le soleil, 1re, 2e ou 3e, comme l'est notre terre, aura joui de périhélies analogues; la pesanteur seule est restée la même devant ces démesurés soleils orbitaires, Possidonhélios, Uranhélios, Chronhélios, Zeushélios, Asterhélios, Arhélios, Géehélios, Cyprhélios, Hermhélios, et leurs intermédiaires. L'avenir de la terre nous est indiqué par les planètes supérieures; son passé se répète sans doute aujourd'hui dans les inférieures; Vénus et Mercure en sont encore à nos époques primaires ou tertiaires, à nos trilobites ou à nos Paléotheriums.

Le contrôle géologique direct est applicable au soleil à dater de l'action sédimentaire; la stratigraphie concorde avec la retraite; la terre s'accroît, le soleil décroît, à la surface; tous deux procèdent par des cercles concentriques invisibles ou effacés dans l'espace, mais empreints profondément dans la stéréosphère, comme les couches annuelles dans le tronc des dycotilédonées; de sorte que l'ensemble des strates correspondant à l'ensemble du recul, la stratigraphie ou l'hypsométrie pourrait servir de chronomètre commun. Soit une série de verticales atteignant des altitudes diverses, 13,000m, 5,000, 3,000, 700, 300, 250, 100, etc., je dis que ces puissances du dépôt atteintes par les terrains de transition, carbonifère, crétacé, triasique, oxfordien, liasique, etc., sont une mesure commune applicable à la durée des soleils contemporains; or, à raison de 2 kilomètres de recul pour 1 millimètre de dépôt, les soleils synchroniques de même nom auraient reculé de 6,500,000, 2,500,000, 1,500,000, 350,000, 125,000, 50,000 lieues; d'où il suit qu'à raison de 1 millimètre par siècle pour la formation du dépôt, le soleil aurait mis un siècle à reculer de 2 kilomètres, et 32,000,000 de siècles à reculer de 16 millions de lieues sur son disque actuel.

Cette concordance serait exacte, si dépôts et retraites avaient été lents, continus, réguliers; mais, du côté de la terre, la sédimentation a dû varier, tantôt chimique, physique et même météorique; du côté du soleil, le soleil a pu subir des résolu-

tions ou révolutions, des précipitations brusques; l'époque glaciaire restée inexpliquée aura pu coïncider avec l'évolution dernière de la nébuleuse solaire résolue en étoile définitive avec lumière zodiacale persistante.

En résumé, l'histoire de la terre a dû se passer devant des soleils bien divers, bien différents du nôtre, surtout *alio sub sole*. L'œil réticulé du trilobite, celui du grand saurien, sous le cercle osseux de sa sclérotique, auront salué des disques lumineux grands comme nos halos, et dont les rayons chimiques et physiologiques plus puissants que les nôtres auront activé la végétation, la sédimentation ou même le métamorphisme normal. Dans l'immense spirale qu'aura décrite le soleil en s'affaissant sur son centre, la terre, née du soleil, est restée constamment sous sa dépendance; puis les horizons terrestres ont reflété les horizons célestes; à la terre primaire, secondaire, tertiaire, correspondaient des soleils de même nom; à Protogée, Deutérogée, Tritogée, Prothelios, Deuterhelios, Trithelios, précédés eux-mêmes de soleils antérieurs, Hermhélios, Cyprhelios, etc. Les Arcadiens se croyaient antérieurs à la lune; l'Éozoon l'aura été plus sûrement à Mercure. Les cycles paléontologiques ont été subordonnés aux phases et aux conditions des soleils contemporains; avec un diamètre donné s'est accomplie l'évolution zoïque donnée, d'une classe, d'un genre, d'une espèce; il y a donc eu autant de soleils divers que de faunes ou de flores différentes; il y a eu le soleil des trilobites, des Ammonites, des grands pachydermes, et finalement celui qui associe ses conditions présentes au règne de l'homme. Le soleil n'a pas dégénéré, tant s'en faut, en se rétrécissant; il s'est perfectionné, et la nébuleuse diffuse est devenue l'étoile brillante d'à présent. La vie s'est inspirée des évolutions de l'astre, son moteur principal; elle a revêtu primitivement, comme son modèle, des formes grandioses, colossales, puis elle s'est tassée comme lui sous des formes plus réduites, moins étendues, mais plus accomplies. La perfection a été atteinte par elle dans l'homme, et divinisée par l'homme même dans les spécimens de l'art.

Ainsi s'expliquerait la migration boréale de la vie ancienne, dont les retraites sont calquées sur les étapes du soleil dans le ciel, par la retraite ordonnée de la zone torride sur notre équateur, parallèlement à la retraite du soleil sur l'équateur et dans la zone torride céleste. Ainsi s'expliquerait l'océan Glacial, primitivement thermal, torride, même équinoxial; ainsi s'expliquerait le jour égal universel, réel ou simulé, ce sphynx des

périodes reculées, qui se dresse dans le temps devant tout géologue, et qui m'a tant embarrassé pour ma part.

Excès d'insolation des périodes, tels qu'ils s'accusent aux thermomètres et aux photomètres zoïques. — Résumé chronologique.

1° Période du jour égal vrai, direct, où R. 23° = la hauteur du nœud ascendant d'où sphère homéothermale et homéophane, avec excès lumineux aux pôles, et excès thermal à l'équateur; soleil primaire, de l'Éozoon.

2° Période du jour égal indirect simulé au quart, au tiers à demi crépusculaire, de R. 23° à R. 11°56, jusqu'à la craie; soleil du cosmopolitisme, coralliaire, houiller, sauroïdien; insolation secondaire, où l'incubation est exclusivement extérieure, le sang froid, et la vie une lutte contre la chaleur; les pôles, libres de glaces comme ils le paraissent dans Vénus et Mercure.

3° Insolation et soleil tertiaire, où le retrait de la chaleur et de la lumière = le retrait solaire; fin du nycthéméron égal vrai ou simulé, de l'incubation cosmique exclusive; la vie lutte et réagit contre le froid; le sang, naguère à 0° contre température 30°, acquiert 30° contre tempér. 0°; incubation intérieure, par insuffisance des milieux; calotte de glace polaire; s'accentue comme dans Mars; parquement des formes et des climats refroidis : cosmopolitisme des palmiers et des mammifères, éocène seulement; jour miocène encore démesuré.

4° Insolation quaternaire; refroidissement subit, précipitation aqueuse météorique; plein effet de translation et des nœuds avec R. 16′ actuel.

M. d'Archiac constate que les idées de M. Blandet ne sont nullement en désaccord avec les théories le plus généralement répandues parmi nos astronomes, ce qui ajoute à leur valeur.

M. Tardy, après avoir rappelé que M. Dausse a, dans la séance précédente, porté l'attention de la Société sur le fait si remarquable d'un fleuve rongeant son embouchure, comme le fait le fleuve des Amazones, fait remarquer que, d'après une traduction de Maury, le *Gulf-Stream* aurait une

vitesse plus grande que les fleuves des Amazones et du Mississipi, et qui serait au moins de 1,800 mètres à l'heure. Il ajoute que le courant sud qui alimente le *Gulf-Stream* et rase l'embouchure du fleuve des Amazones a une vitesse d'environ 2,000 mètres, vitesse plus que suffisante pour emporter des boues, des argiles et des sables. Les matériaux de cette nature amenés par les fleuves dans ces courants marins sont conduits, concurremment avec ceux qui proviennent de la démolition du littoral, vers les régions où la vitesse des courants s'annule.

M. Dausse avait fait observer que la corrosion de la côte au voisinage de l'embouchure (corrosion de 200 mètres en dix ans, a dit M. Marcou) explique l'absence de delta, et que les matières apportées par un fleuve dont la crue annuelle a vingt-cinq mètres de hauteur sont sans doute déposées par le courant marin qui s'en empare sur des étendues immenses, ce qui peut aider à comprendre l'homogénéité individuelle des couches marines de tout un bassin géologique et les alternatives de composition et de puissance qu'elles présentent de l'une à l'autre.

Séance du 15 *juin* 1868.

PRÉSIDENCE DE M. BELGRAND.

M. Louis Lartet, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM.

Blandet, docteur en médecine, rue de Lyon, 41, à Paris; présenté par MM. d'Archiac et Alb. Gaudry.

Chauviteau, rue d'Anjou-Saint-Honoré, 9, à Paris; présenté par MM. Hébert et Louis Lartet.

Grad (Charles), ingénieur civil, à Turckheim (Haut-Rhin),

présenté par MM. Dollfus-Ausset et Charles Sainte-Claire Deville.

Le Roux (Ernest), ancien officier de marine, rue de l'Arcade, 22, à Paris; présenté par MM. de Billy et Levallois.

Mourlon (Michel), docteur agrégé de la Faculté des sciences, rue de Scharbeck, 97, à Bruxelles (Belgique); présenté par MM. d'Omalius d'Halloy et Albert de Lapparent.

Nivoit, ingénieur des mines, à Mézières (Ardennes); présenté par MM. Gruner et Meugy.

Rua Figueroa (D. Ramon), ingénieur en chef des mines de Galice, à la Corogne (Espagne); présenté par MM. V. Lopez Seoane et de Verneuil.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Directeur du Dépôt de la guerre, 31e *livraison de la Carte de France*, au 80,000e, 9 f. grand aigle.

De la part de MM. Delesse et A. de Lapparent, *Extraits de géologie*, in-8, 725 p...

De la part de M. J. Ewald, *Geologische Karte der Provinz Sachsen von Magdeburg bis zum Harz* (en 4 feuilles), les feuilles II et IV; 1864; Berlin, 1865; chez J. H. Neumann.

De la part de M. F. Fouqué, *Rapport sur les tremblements de terre de Céphalonie et de Mételin en* 1867; in-8, 38 p., 2 pl.; Paris, 1868; Imprimerie impériale.

De la part de M. Éd. Lartet, *De quelques cas de progression organique vérifiables dans la succession des temps géologiques sur des mammifères de même famille et de même genre;* in-4, 4 p.; Paris, 1er juin 1868; chez Gauthier-Villars.

De la part de M. Parès, *Sur le nivellement barométrique de la Thrace* (*Roumélie*); in-4, 20 p.; Paris.

De la part de M. F. J. Pictet, *Mélanges paléontologiques* (4e livraison). — *Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémenc;* in-4, p. 207-308, pl. 36-43; Bâle et Genève, 1868; chez H. Georg.

De la part de M. A. Pomel, *Explication de la carte géolo-*

gique de la province d'Oran, par MM. Rocard, Pouyanne et Pomel. — Paléontologie. — Zoophytes. — Spongiaires, pl. XVIII. — *Échinodermes* A, pl. I à VIII. — *Échinodermes* B, pl. XLV à XLIX. — *Échinodermes* D, pl. I.

De la part de M. U. Schloenbach, *Ueber die norddeutschen Galeriten-Schichten und ihre Brachiopoden-Fauna;* in-8, 44 p., 3 pl.; Vienne, 1868.

De la part de M. L. de Corogna, *De l'influence des émanations volcaniques sur les êtres organisés, particulièrement étudiée à Santorin pendant l'éruption de* 1866; in-8, 161 p.; Paris, 1867; chez A. Delahaye.

De la part de M. B. Gastaldi, *Scandagli dei laghi del Moncenisio, di Avigliana, di Trana e di Mergozzo (nei circondari di Susa, di Torino e di Pallanza), con brevi cenni sulla origine dei bacini lacustri;* in-8, 18 p., 5 pl.; Turin, 1868; Imprimerie royale.

De la part de M. A. Quetelet :

1° *Annales météorologiques de Bruxelles*, 1re année, 1867; in-8, 96 p.; Bruxelles, 1867; chez M. Hayez.

2° *Sur la* 6e *session du congrès statistique des différents peuples, tenu à Florence, du* 27 *septembre au* 5 *octobre* 1867; in-8, 7 p. Bruxelles, 1867; chez M. Hayez.

3° *Sur les étoiles filantes périodiques du mois d'août* 1867 *et sur les orages observés en Belgique pendant l'été de* 1867; in-8, 28 p.; Bruxelles 1867; chez M. Hayez.

De la part de M. A. E. Reuss, *Palaeontologische Beitraege (Zweite Folge)*; in-8, 31 p., 3 pl.; Vienne, 1868.

De la part de M. A. M. Seabra d'Albuquerque, *Consideraçoes sobre o Brazao da cidade de Coimbra;* in-8, 28 p.; Coimbra, 1866.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences; 1868, 1er semestre, t. LXVI, nos 23 et 24. — *Tables du* 2e *semestre* 1867, t. LXV; in-4.

Bulletin de la Société de géographie; mai 1868; in-8.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XIV; 1868. — Comptes rendus des séances, 1; in-8.

L'Institut, n° 1797; 1868; in-4.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; mai 1868; in-8.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale (Saint-Étienne); juillet, août et septembre 1867; in-8.

Société I, d'agriculture, etc., de Valenciennes. — Revue agricole, etc.; avril 1868; in-8.

Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne; 3e et 4e trimestres de 1867; in-8.

Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers publiés par l'Académie R. des sciences, etc., de Belgique, t. XXXIII; 1865-1867; in-4.

Bulletin de l'Académie R. des sciences, etc., de Belgique; 1867; in-8.

Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Acad. R. des sciences, etc., de Belgique, t. XIX et XX, in-8.

Tables générales et analytiques du recueil des Bulletins de l'Académie R., etc., de Belgique; 2e série, t. I à XX (1857 à 1866); in-8.

Annuaire de l'Académie R. des sciences, etc., de Belgique; 1868; in-18.

The Athenæum; n° 2120; 1868; in-4.

The Journal of the Royal Dublin Society; n° XXXVI (1867); in-8.

Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc., de G. Leonhard et H. B. Geinitz; 1868, 3e cahier; in-8.

Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften (de Vienne). — *Math.-Naturwiss. Classe,* t. XXVII; in-4.

Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften (de Vienne). — *Math.-Naturwiss. Classe.* — *Erste Abtheilung,* 1867, nos 7, 8, 9 et 10. — *Zweite Abtheilung,* 1868, nos 8, 9 et 10; in-8.

Monatsbericht der K. Preussischen Akademie der Wissenchaften zu Berlin; janvier, février et mars 1868; in-8.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. Mantovani, qui remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en l'admettant au nombre de ses membres.

M. de Verneuil offre à la Société, de la part de M. Ewald, une carte géologique de la province de Magdebourg, et, au nom de M. da Corogna, une note sur l'influence des émanations volcaniques sur les êtres organisés (V. la *Liste des dons*).

M. de Verneuil fait ensuite la communication suivante sur la dernière éruption du Vésuve :

Dans une lettre à mon ami M. d'Archiac, qui a été insérée dans les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences, j'ai donné des détails sur deux excursions que j'ai faites au Vésuve les 30 avril et 7 mai de cette année. Je demande à la Société la permission de les compléter en lui donnant exactement le résultat des mesures barométriques, que je n'avais pas pu calculer en voyage.

Quand j'ai quitté Paris, le 2 mars dernier, l'éruption du Vésuve, qui avait commencé le 13 novembre, était encore très-active, et on disait qu'elle avait donné naissance à un nouveau cône dont la hauteur était appréciée très-diversement.

Ayant eu l'avantage d'étudier le plateau supérieur et le cratère du Vésuve pendant les printemps de 1865 et 1866, je désirais vivement reconnaître les changements apportés par la dernière éruption, et, pour les mieux constater, j'emportai de Paris un excellent baromètre Fortin qui m'avait servi dans mes voyages en Espagne.

J'attendis à Rome que l'activité décroissante du volcan permît d'approcher du cratère.

Ce fut le 30 avril que je fis ma première ascension ; j'étais accompagné des savants géologues de Naples : M. Palmieri, directeur de l'Observatoire, son aide D. Diego Franco, et mon ancien ami le professeur Guiscardi. Je reconnus qu'on pouvait monter sur le haut du cône et arriver jusqu'aux bords du cratère ; je réussis même à en faire le tour, malgré les masses de cendres et de pierres qu'il projetait par intervalles et dont les plus grandes roulaient au pied du cône. Le 7 mai je recommençai l'ascension et je portai mon baromètre à la partie la plus élevée des bords du cratère que j'avais reconnue être du côté de Torre del Greco. J'étais accompagné de M. le professeur Gosselet, notre collègue, et de D. Diego Franco. Le baromètre fut placé, non sans peine, à 2 mètres environ plus bas que le bord même du cratère. La pente était très-rapide et

les cendres brûlantes. Nous réussîmes à le mettre bien d'aplomb et notâmes les observations suivantes :

Hauteur du baromètre.....	657^{mm},8
Thermomètre du baromètre.....	23°,2
Thermomètre à l'air libre.....	22°,2

Nous descendîmes ensuite l'instrument au pied occidental du cône, en un point où celui-ci se détache nettement de l'ancien plateau du Vésuve et près de la grande coulée qui s'est déversée, le 3 janvier dernier, dans la direction de Resina. Nous relevâmes les chiffres suivants :

Hauteur du baromètre.....	663^{mm},2
Thermomètre du baromètre.....	24°,5
Thermomètre à l'air libre.....	22°

En faisant les calculs au moyen des tables de l'Annuaire du bureau des longitudes, on trouve que la hauteur du cône adventif produit par l'éruption de cet hiver est de 67^{m}5.

J'ai profité de l'occasion pour mesurer aussi l'altitude du Vésuve lui-même, en comparant mon baromètre à celui de l'Observatoire de M. Palmieri et en observant simultanément avec lui. Cette double observation eut lieu à midi.

Pendant que je notais au sommet du Vésuve les chiffres que je viens de citer, le conservateur ou gardien de l'Observatoire écrivait de son côté :

Hauteur du baromètre.....	709^{mm},7
Thermomètre du baromètre.....	21°,5
Thermomètre à l'air libre.....	26°

Le baromètre de M. Palmieri étant de 0^{mm}7 plus bas que le mien, il faut ajouter cette fraction à la hauteur observée, ce qui porte sa hauteur réelle à 710^{mm}4.

On obtient donc les chiffres suivants :

Observatoire de M. Palmieri le 7 mai 1868 à midi :

Baromètre.....	710^{mm},4
Thermomètre du baromètre.....	21°,5
Thermomètre à l'air libre.....	26°

Sommet du Vésuve (2 mètres plus bas que le sommet) :

Baromètre.....	657^{mm},8
Thermomètre du baromètre.....	23°,2
Thermomètre à l'air libre.....	22°

En faisant le calcul, j'ai trouvé que le sommet du Vésuve était à 650 mètres au-dessus de la tour de l'Observatoire et, comme il est bien connu que celle-ci est à 637 mètres au-dessus de la mer, il en résulte que, le 7 mars dernier, le point le plus élevé des bords du cratère, c'est-à-dire le sommet du Vésuve, était à 1,287 mètres au-dessus de la mer.

M. Pentland m'a assuré que M. Schiavoni, directeur du bureau topographique, a reconnu, par des mesures trigonométriques, que, le 5 avril dernier, la hauteur du Vésuve était de 1,296 mètres (1). Cette légère différence s'explique par la différence des méthodes plutôt que par un affaissement qui, cependant, pourrait avoir eu lieu dans l'intervalle du 5 avril au 7 mai.

On comprend que la hauteur du Vésuve soit essentiellement variable, puisque son sommet change avec chaque éruption; mais, à travers ces incessantes transformations, observées depuis près d'un siècle, on reconnaît un accroissement assez considérable en hauteur et qui peut nous éclairer sur le mode de formation du cône tout entier.

La *Punta del palo*, en face de l'*Atrio del cavallo*, qui, autrefois, était le plus haut point du cratère, a été l'objet de mesures nombreuses, ainsi que le bord opposé du côté du S. E., au-dessus de *Bosco tre case*, qui a été longtemps le plus bas (2).

Voici des chiffres que nous empruntons à un ouvrage de M. Pentland :

		mètres.
1773.	Saussure mesure barométriquement le point le plus élevé du cratère et lui trouve une hauteur de.....	1186
1794.	Poli, se servant aussi du baromètre, fixe la hauteur de la *Punta del palo* à.....	1180
	tandis que Breislak lui en donne.....	1194
	Après l'éruption qui eut lieu pendant cette même année de 1794, il fut reconnu que le bord S. E. était de 120 mètres plus bas que la *Punta del palo* qui était au N. O.	
1805.	Humboldt mesure barométriquement ces deux points avec Gay-Lussac et de Buch, et s'assure que la *Punta del palo*	

(1) Depuis que cette note a été lue, M. Schiavoni a publié son mémoire intitulé : *Osservazioni geodetiche sul Vesuvio eseguite in aprile 1868.*

(2) Aujourd'hui, au contraire, le point le plus bas est du côté de la *Punta del palo*, que nous avions encore vue il y a deux ans, mais qui aujourd'hui est recouverte de laves.

atteint l'altitude de..... 1174
et le bord S. E., qui lui est opposé, celle de..... 1040
la différence entre les deux étant de 134 mètres.

1810. Brioschi applique la méthode trigonométrique à la mesure du Vésuve, et fixe l'altitude de la *Punta del palo* à..... 1242

1816. Visconti ne trouve plus que..... 1210

1822. Lord Minto arrive au même chiffre de..... 1210
tandis que Monticelli et Covelli trouvent..... 1216
Pendant la même année, Humboldt, répétant les mesures qu'il avait prises antérieurement, fixe la hauteur de la *Punta del palo* à..... 1225
et celle du bord S. E. à..... 1063
trouvant ainsi entre ces deux points une différence de 162 mètres.

1847. Une des mesures les plus exactes est celle que fit en 1847 le professeur Amante, qui réduisit la hauteur de la *Punta del palo* à..... 1203

1850. Entre 1847 et 1850 le Vésuve est en croissance, et le 7 mars de cette dernière année, son point culminant atteint..... 1291

1858. A la suite de l'éruption de 1858 le Vésuve perd de sa hauteur, et le professeur Schiavoni ne lui trouve plus que... 1241

1863. Le 15 avril une nouvelle mesure fixe sa hauteur à..... 1270

1868. Le 5 avril de cette année, le professeur Schiavoni prend de nouveau une mesure trigonométrique du Vésuve, et lui trouve la hauteur la plus grande qu'il ait jamais atteinte, à savoir..... 1296

1868. Le 7 mai, l'observation barométrique faite par nous ne lui donne que..... 1287

Il serait assez curieux de connaître au juste quelle était cette même altitude le 11 novembre 1867, la veille de la dernière éruption, pour avoir la mesure de ce que celle-ci y a ajouté.

Le cône de cendres de 67 mètres qui s'est élevé sur l'emplacement de l'ancien cratère nous donne la mesure de cette surélévation, et comme la hauteur totale du Vésuve ne dépasse pas de 67 mètres celle qu'il avait en 1863, il y a lieu de croire que, dans l'intervalle, il s'était opéré quelque petit abaissement.

Quoi qu'il en soit de ces oscillations dans la hauteur du Vésuve, le point capital, qui me paraît mériter notre attention, c'est que, depuis moins d'un siècle, les laves et les cendres rejetées par la sommité du volcan ont accru sa hauteur d'une centaine de mètres. Si, depuis l'année 79 de notre ère, le Vésuve avait grandi dans la même proportion, il n'y a pas de doute qu'il serait plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui.

Après avoir entretenu la Société de la surélévation que la dernière éruption a imprimée au Vésuve, je dirai quelques mots des autres phénomènes qu'elle a présentés.

L'éruption qui dure depuis le 12 novembre est la reprise, après une courte intermittence, des phénomènes qui, pendant plusieurs années, étaient concentrés dans l'intérieur du cratère.

La Société doit se souvenir que notre savant collègue, M. Charles Sainte-Claire Deville, s'est beaucoup occupé de ce genre d'activité du Vésuve, qu'il a désigné sous le nom de *phase strombolienne* (1).

Quand j'ai visité le Vésuve, en avril 1865, le cratère, mesuré au pas, pouvait avoir 700 à 800 mètres de circonférence. Au milieu s'élevait un cône de 15 mètres environ qui projetait une grande quantité de cendres et de *lapilli*. La profondeur du cratère était d'environ 60 mètres et tendait à se combler par suite d'éruptions incessantes de laves et de scories.

Le 14 avril 1866, le cratère n'avait plus qu'environ 40 mètres de profondeur. Il était tranquille, bien qu'il y eût eu, un mois auparavant (le 11 mars), un épanchement de ces mêmes laves scoriacées, noires et brillantes, que j'avais déjà vues l'année d'auparavant, et qui, comme je l'écrivais à M. Deville (2), tendaient à combler successivement la cavité cratériforme. Le cône central, formé par les projections pierreuses de l'année précédente, avait perdu de sa hauteur par suite des éruptions intérieures, comme celle du 11 mars, qui en avaient recouvert la base. J'y montai avec quelque peine à cause de la chaleur des gaz qui s'en exhalaient. La cavité centrale, peu profonde, était tapissée de soufre et de chlorure de fer. Le 11 juin 1867, plus d'un an après, M. Mauget, qui s'occupe avec tant de zèle de l'étude du Vésuve, trouva le grand cratère presque entièrement comblé par les coulées de lave sorties à diverses époques du cratère adventif qui en occupait à peu près le centre. Du côté de la *Punta del palo*, ces laves, fissurées, brisées, dépassaient le bord du grand cratère de 4 à 5 mètres; du côté opposé, au contraire, la distance du fond du même cratère à son bord le plus élevé était encore d'une vingtaine de mètres environ. Le pourtour du grand cratère, mesuré à la roulette, était

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 25 novembre 1867, vol. LXV, p. 900.

(2) *Comptes rendus*, 6 août 1866, vol. LXIII, p. 242.

de 900 mètres. Le sommet du cône du cratère adventif dépassait les bords du grand cratère d'une dizaine de mètres et sa profondeur n'était que de 5 mètres; il était donc aussi à peu près rempli.

On voit, par cette intéressante relation (1), que, du mois d'avril 1866 au mois de juin 1867, les éruptions intérieures avaient complétement comblé le cratère. On devait s'attendre à ce que la prochaine fît déborder la lave; c'est ce qui est arrivé cinq mois après la visite de M. Mauget, et, comme pour confirmer l'exactitude de sa description, la lave s'est épanchée principalement du côté de l'*Atrio del cavallo* et de Resina, là où les bords du cratère étaient le moins élevés.

Le petit cône intérieur, percé lui-même d'un cratère que j'avais vu grandir successivement, et qui, en juin 1867, dépassait déjà de 10 mètres les bords du grand cratère, est devenu le cône qui couronne aujourd'hui le Vésuve et au centre duquel se trouve le cratère actuel.

En montant de plusieurs côtés pour en prendre la mesure, je me suis assuré qu'il n'est composé que de cendres, de *lapilli* et de blocs projetés quelquefois à plus de 100 mètres de hauteur. Parmi ces blocs, on en remarque qui, animés d'un mouvement sur eux-mêmes, ont pris la forme d'un ellipsoïde de rotation, pointu à ses extrémités. Le centre est composé d'une lave compacte. En général, c'est à la base de ce cône, qui masque les bords de l'ancien cratère, qu'ont pris naissance les coulées de laves de cette année. S'épanchant principalement vers le nord, elles ont traversé l'ancien plateau où, l'année dernière, on voyait encore, en un point, les laves anciennes de la *Punta del palo* et un abri en pierres fort utile aux voyageurs; puis elles se sont répandues sur les pentes nord et nord-ouest du cône principal. Sous ces laves ont disparu les pentes couvertes de cendres qui rendaient autrefois la descente depuis le sommet jusqu'à l'*Atrio del cavallo* si rapide et si facile. Aujourd'hui on aborde le cône du Vésuve par une ancienne bouche d'éruption appelée la *Bocca del francese*. On peut aller à cheval jusqu'à 2 kilomètres plus loin que l'Observatoire de M. Palmieri. Là, sans entrer, comme autrefois, dans l'*Atrio del cavallo*, on commence l'ascension, qui dure près d'une heure. La descente se fait par le même chemin au milieu des blocs roulants, ce qui la rend pénible et fatigante

(1) *Comptes rendus*, 25 novembre 1867, vol. LXV, p. 898.

Quand on montait par l'*Atrio del cavallo*, après avoir gravi le cône principal, on arrivait à une espèce de plateau ondulé qui par une pente assez douce, conduisait au cratère. J'avais remarqué, en 1865 et en 1866, que le cratère n'était pas au milieu du plateau qui formait la sommité du Vésuve, mais qu'il était tellement porté vers le sud que, de ce côté, son bord se confondait avec le bord même du grand cône. C'est exactement la place qu'occupe le cône de cendres de 67 mètres qui s'est formé cette année. Du côté de Pompéi, sa pente s'unit à la pente de la montagne entière, tandis qu'au nord il en est séparé par le plateau ondulé dont je viens de parler, mais que des coulées de laves ont rendu méconnaissable. La plus grande partie de ce plateau, fort accidenté, est couverte d'efflorescences blanches de sulfate de chaux, qui, de loin, pourraient être prises pour un léger manteau de neige.

Quant aux produits gazeux de la dernière éruption, qui dure encore, la proportion d'acide sulfureux, d'acide chlorhydrique et de vapeur d'eau sont très-variables d'un jour à l'autre. Lors de ma seconde ascension, le 5 mai, les vapeurs acides étaient si abondantes, qu'il m'eût été difficile de faire le tour du cratère, comme je l'avais fait huit jours auparavant, malgré les pluies de blocs qui tombaient près de moi. Don Diego Franco, qui s'occupe de l'étude des produits gazeux du Vésuve avec les encouragements de notre collègue, M. Ch. Sainte-Claire Deville, et de M. Palmieri, a observé un fait intéressant : c'est que, dans la dernière éruption, les fumerolles les plus voisines du foyer principal ont donné de l'acide carbonique. Il a fait en notre présence l'expérience suivante : il a introduit le gaz d'une fumerolle dans un verre rempli d'eau de chaux ; l'eau s'est troublée et est devenue blanche ; puis le carbonate de chaux ainsi formé a été dissous avec effervescence par l'acide chlorhydrique qu'il y a introduit. Le point où nous avons recueilli le gaz était à 12 mètres du pied du cône ; il était situé au-dessus d'une des coulées principales de cette année, celle du 3 janvier, qui, de la base du cône adventif, s'étendait à l'ouest vers Resina. La température en était encore assez haute pour que nous ayons pu y fondre du plomb.

Les fentes des fumerolles sont tapissées de fer oligiste et de sel commun blanc et pur.

Les laves de cette année ont peu d'épaisseur : car elles ont coulé sur des pentes rapides ; elles sont en général très-fragmentaires, très-scoriacées et n'ont pas ces belles formes mas-

sives, mamelonnées ou cordées, qu'on admire dans les laves de 1858. Il est vrai que celles-ci, sorties des flancs du volcan et soumises par cela même à une grande pression, se sont accumulées dans le *Fosso grande* sur une épaisseur telle qu'aujourd'hui encore elles ne sont pas entièrement refroidies.

J'ai dit que toutes les coulées de cette année sont parties des bords supérieurs de l'ancien cratère et se sont déversées sur les pentes nord et nord-ouest du Vésuve ; une seule a fait exception et a pris naissance au milieu de la hauteur de la montagne, et sur sa pente opposée ou du côté de Pompéi en descendant sur le territoire de Bosco Reale. Le point par lequel est sortie la lave n'est marqué par aucune cavité ni bouche cratériforme. Quelques blocs déplacés de lave ancienne témoignent seuls des efforts que la lave a dû faire pour arriver au jour. De cet orifice il est sorti cependant une masse considérable de lave, une grande coulée, pointue à son origine, s'élargissant progressivement vers son extrémité ; elle peut avoir 400 mètres de longueur et se voit parfaitement du sommet du Vésuve : car c'est un fait à remarquer, qu'il y a bien moins de laves solides du côté qui fait face à Pompéi que du côté de l'*Atrio del cavallo*, et la couleur noire de cette coulée nouvelle contraste avec la teinte grise des cendres anciennes dont les pentes méridionales du Vésuve sont principalement revêtues.

Cette coulée, sur le trajet de laquelle on remarque des cavités assez profondes et des couloirs droits à fond plat et à bords escarpés, a commencé le 10 mars et n'a duré que peu de jours (1).

Le contraste qu'elle a offert sous ce point de vue avec l'éruption du sommet, qui a duré 5 mois et qui dure encore, mérite d'être remarqué ; mais il n'y a pas lieu de s'étonner que, sur les flancs ou au pied des volcans, les laves, soumises à une grande

---

(1) Depuis que cette note a été lue à la Société géologique, D. Diego Franco a communiqué à l'Académie des sciences un récit de l'excursion qu'il a faite le 17 mars pour étudier cette coulée. L'action volcanique, dit-il, s'est manifestée d'abord par de petits orifices qui ne faisaient qu'accumuler des laves sur elles-mêmes, puis par une fente et par une bouche qui vomissait la lave à flots. D. Diego Franco a fait de nombreuses recherches sur toutes les bouches, pour y déceler de l'acide carbonique, comme il en avait trouvé au sommet, mais tous les essais ont été négatifs (*Comptes rendus*, vol. LXVII, p. 60).

pression, sortent avec plus d'abondance et moins de durée qu'au sommet.

Je ne sais si je me trompe; mais il me semble que les éruptions qui, comme celle de cet hiver, sont placées à l'extrémité de la grande cheminée volcanique et sont alimentées par le foyer principal, doivent avoir l'un des caractères des éruptions dites stromboliennes, à savoir la durée (1).

Post-scriptum. — Depuis la lecture de cette note, M. Schiavoni a publié son travail sur le Vésuve sous le titre de : *Osservazioni geodetiche sul Vesuvio eseguite in aprile* 1868, et M. Palmieri nous a envoyé un mémoire très-intéressant intitulé : *Dell' incendio Vesuviano cominciato il* 13 *novembre* 1867, que nous recommandons aux lecteurs désireux de suivre dans toutes ses phases l'éruption de cet hiver. M. Schiavoni a donné des profils très-intéressants de la forme du Vésuve après chaque éruption, depuis 1845 jusqu'en 1868. On y voit que, dans ce court espace de temps, non-seulement le sommet a été élevé de 1202 mètres à 1296; mais encore que, par suite des coulées et des divers produits éruptifs, la masse totale de la montagne s'est accrue en tous sens d'une quantité notable. Ces profils ont été insérés dans le mémoire de M. Palmieri.

M. Fouqué demande à M. de Verneuil quelques éclaircissements sur cette dernière éruption du Vésuve. Dans celle qu'il a pu observer lui-même, en 1865, l'épanchement de lave s'est fait par une fente dirigée vers Resina; c'est pourquoi il lui paraîtrait important de savoir si la coulée actuelle a pris naissance sur le prolongement de cette même fissure ou si elle est partie du sommet du cône.

M. Fouqué demande en outre si ce cône renfermait des scories bien caractérisées.

M. de Verneuil répond qu'il n'a point observé de fissure,

(1) Je pourrais citer à l'appui de cette opinion ce qui se passe à l'île de Santorin, que j'ai visitée en 1866. L'île de Neokameni et les nouveaux cratères qui se sont formés à son extrémité occupent, au milieu de la baie de Santorin, la même position que le Vésuve au centre du cratère de la Somma. L'éruption se fait aussi par le sommet du cône central (dont une grande partie est cachée par la mer). Or, voici deux ans et demi qu'elle dure et l'on sait que celle qui l'a précédée au commencement du siècle dernier n'a pas duré moins de cinq ans.

et que la coulée est partie des bords de l'ancien cratère, recouvert aujourd'hui par un cône de cendres et de *lapilli*.

M. Pomel met sous les yeux de la Société de nombreuses planches de fossiles se rapportant à sa publication sur la *Paléontologie de la province d'Oran* (v. la *Liste des dons*).

M. Chaper, en présentant à la Société un travail de M. Pictet, sur les fossiles de la Porte-de-France et d'Aizy, entre dans les développements suivants au sujet de cette étude :

J'ai l'honneur de présenter à la Société géologique, de la part de M. Pictet, la quatrième livraison de ses *Mélanges paléontologiques*. Le titre spécial de cette livraison est *Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémenc*. C'est ce travail auquel je faisais allusion dans l'avant-dernière séance, et que je ne connaissais alors que par l'échange de correspondance auquel il avait donné lieu entre M. Pictet et moi.

Je puis en parler aujourd'hui sans m'assujettir à la réserve que je m'étais imposée d'abord. Je demande donc à la Société la permission de lui en dire quelques mots, afin d'en faire ressortir les conclusions, autant par désir de remplir les intentions de notre savant confrère, que dans le but de faire connaître sans retard des faits que je considère comme fort intéressants (1). Voici en quels termes M. Pictet expose l'état de la question (p. 207) :

« Je dois en quelques mots rappeler... » jusqu'à : « de plus en plus certains d'arriver à la vérité » (p. 209). Puis ailleurs, p. 287-288 : « Le problème principal consiste à déterminer et à circonscrire les faunes qui se sont succédé depuis les calcaires jurassiques de la Porte-de-France, puis à comparer ces faunes avec celles qui peuvent être considérées comme leurs contemporaines, » etc.

Tout en effet repose sur l'étude des fossiles fournis par les couches étudiées et sur l'âge desquelles les relations strati-

(1) Il n'est exclusivement question dans cette note, comme dans le mémoire de M. Pictet, que des parties *fossilifères* des gisements étudiés. La discussion, comme les conclusions, n'a donc qu'une valeur *relative* correspondant à l'état de conservation des fossiles, au nombre des espèces, à la certitude de leur provenance, à celle de leur groupement, aux lacunes probables, etc., etc.

graphiques n'avaient fourni aucune donnée de quelque valeur. Les documents paléontologiques ne sont malheureusement pas très-beaux ni très-nombreux. L'état des roches qui les fournissent est peu favorable à la récolte de beaux matériaux. Cependant, tels quels, ils ont paru suffisants à tous ceux qui s'en sont occupés pour servir d'assiette à des opinions qu'on déclarait fondées et même inattaquables.

Le mémoire de M. Pictet montrera à chacun de ceux qui le liront quel parti un observateur, naturaliste et consciencieux, peut tirer de matériaux même médiocres. Je voudrais dès à présent le faire sentir à la Société.

Depuis le jour où le calcaire de la Porte-de-France a été déclaré oxfordien (sans dire d'ailleurs où s'arrêtait ce massif oxfordien qu'on savait aboutir en haut contre une masse néocomienne), le nombre des fossiles de cette provenance ne s'est guère accru que par des récoltes, relativement fort récentes, de M. Lory. On n'en citait guère que des *Aptychus* (fossile d'une détermination difficile), des *Terebratula*, dites *diphya* (qu'on ne retrouve nulle part dans le bassin anglo-français); on passait les autres sous silence.

Cependant la question fut reprise, et M. Hébert, ayant examiné les fossiles de toute nature fournis par cette localité et par celle d'Aizy, qu'on lui supposait équivalente, arriva à de tout autres conclusions : c'était tout simplement et *uniquement* du terrain néocomien, reposant sur une base oxfordienne. De la série d'étages portant les noms de corallien, kimméridgien, portlandien, dans le bassin anglo-français, il n'en était pas question, quoiqu'on ne fût qu'à 17 kilomètres de l'Échaillon, dépôt qu'on appelait corallien, et dont la puissance est connue de tous ceux qui sont entrés dans la vallée de l'Isère en venant de celle du Rhône.

Une irrégularité aussi grande dans les dépôts d'un bassin qui paraît à cette époque avoir été fort peu agité, était un fait grave et dont j'ai été frappé comme bien d'autres. Il n'a pas échappé à coup sûr à M. Pictet qui, d'autre part, comme il le dit lui-même, se trouvait sollicité par l'entraînement de ses publications antérieures à examiner la base du terrain néocomien, partout où semblaient se poser des difficultés non résolues. De ces deux derniers mémoires à celui-ci la transition était inévitable.

Les matériaux qui ont servi à M. Pictet sont identiques avec ceux qu'a possédés M. Hébert; mais les conclusions diffèrent et

j'en signale immédiatement les traits les plus caractéristiques.

M. Pictet n'a pu reconnaître dans les fossiles l'existence de l'étage oxfordien sur lequel, à l'exemple de ses devanciers, M. Hébert fait reposer sa masse néocomienne.

M. Pictet ne trouve qu'un très-petit nombre d'espèces néocomiennes; encore ne les signale-t-il pas à la Porte-de-France et ne lui sont-elles fournies que par les parties supérieures des gisements dont il fait l'étude comparative.

Il est à coup sûr surprenant que des fossiles, c'est-à-dire des faits certains et palpables, puissent, suivant l'observateur qui les examine, servir de preuves pour ou contre une assertion scientifique; et on se sentirait volontiers pris de quelque inquiétude en songeant à ce qui pourrait arriver de l'étude des mêmes matériaux reprise par un ou plusieurs successeurs de MM. Hébert et Pictet.

La lecture du mémoire de ce dernier est heureusement rassurante à cet égard; je ne crois pas qu'on puisse apporter à un examen de cette nature une méthode plus scrupuleuse. Je ferais presque un reproche à M. Pictet de n'avoir pas osé davantage.

D'où vient donc le désaccord de nos deux confrères? Mon opinion est que M. Hébert a cédé à l'entraînement d'une idée préconçue et qu'il s'est trop facilement contenté d'un faciès qui ne jurait pas trop avec celui qu'il désirait, pour déclarer tous ces fossiles néocomiens et fonder sur cette base une théorie construite un peu vite.

Quoi qu'il en soit, les fossiles que je mets sous les yeux de la Société, et qui forment une notable partie de ceux que l'on possède, suffiront à montrer la nature des erreurs commises.

C'est à dessein que je ne dirai rien des Bélemnites par lesquelles M. Pictet commence son étude. La discussion qu'il en fait montre qu'il y a lieu d'être fort réservé dans les conclusions à tirer de fossiles aussi rares et à caractères aussi difficiles à saisir. Ou le gisement est incertain, ou l'échantillon est unique, ou il est mal défini, ou il est d'espèce nouvelle.

Les Ammonites, au contraire, ont merveilleusement servi M. Pictet. L'*Ammonites ptychoicus* (Quenstedt), dont M. Hébert avait fait le *semisulcatus* (d'Orbigny), a été reconnu identique avec l'espèce de Stramberg.

L'*Ammonites subfimbriatus* (d'Orbigny) est devenu l'*Ammonites Liebigi* (Oppel), encore identique avec le type de Stramberg.

L'*Ammonites Staszycki* (Zeuschner) remplace l'*Ammonites Grasianus* (d'Orbigny) de M. Hébert. Cette espèce appartient au calcaire du Tatra.

L'*Ammonites subfascicularis* (d'Orbigny), prétendu néocomien, succombe aussi à cet examen et se transforme en *Ammonites polyplocus* (?) (Reinecke), appartenant en tout cas à la zone à *Ammonites tenuilobatus;* l'*Ammonites nodulosus* (?) (1) (Catullo) doit s'appeler *Ammonites Iphicerus* (Oppel) de la zone à *Ammonites tenuilobatus*, et de son équivalent, les *Badener Schichten* de Suisse.

L'*Ammonites Malbosi* (Pictet) doit s'appeler *Ammonites Chaperi* (Pictet).

Le groupe des *Ammonites transitorius* (Oppel), *Calisto* (d'Orbigny), absorbe ce que M. Hébert appelait, tantôt *Ammonites rarefurcatus* (Pictet), tantôt *privasensis* (Pictet). M. Pictet fait à ce sujet de très-sages réserves sur le *nom;* quant aux assimilations, elles se dégagent nettes et précises. Ces formes se trouvent toutes à Stramberg et non dans les couches de Berrias, étudiées par M. Pictet. Enfin l'*Ammonites Dalmasi* (Pictet) de M. Hébert se trouve être une autre espèce inconnue à M. Pictet et à M. Bayle.

J'ajouterai à ceci deux mots sur les *Ammonites Calypso* et *Rouyanus*.

La première me paraît appartenir à un type différent de celui des marnes à *B. latus;* la description et la figure l'en distinguent également; je soupçonne dans cette forme une confusion de types non encore débrouillée. L'état de conservation et d'accroissement du seul échantillon connu n'est guère propre à la faire disparaître. Il serait intéressant de pouvoir la comparer avec un échantillon authentique de l'*Ammonites tatricus* (de Buch).

Au sujet de la seconde, M. Pictet me prête une conviction que je n'ai pas. Je m'étais contenté de faire remarquer à M. Bayle et à M. Pictet que le seul examen de l'échantillon ne m'autorisait pas à déclarer qu'il ne venait pas du massif du mont Rachais, dans lequel je croyais savoir que certaines couches offraient l'apparence minéralogique de ce spécimen. Je n'en saurais dire davantage. On voit combien l'assertion de M. Repellin, recueillie par M. Lory, est de valeur supérieure à

(1) M. Hébert ne faisait cette assimilation qu'avec doute.

l'opinion tout à fait dubitative dont j'avais fait part à M. Pictet.

Je pourrais enfin compléter l'énoncé de M. Pictet en montrant à la Société un exemplaire d'une espèce non décrite et trouvée aussi à Stramberg. Mais cela m'entraînerait à la discussion de ce groupe que M. Pictet appelle *Ammonites Staszycii* (Zeuschner), et qui, pour n'être pas l'*A. Grasianus*, n'en est pas moins peut-être composé de plusieurs types à caractériser.

Il suffit de parcourir la liste et les descriptions des gastéropodes et des acéphales, mentionnés par M. Pictet, pour admettre avec lui que dans l'état actuel des collections connues et examinées il n'y a rien à en tirer de probant.

Les brachiopodes valent mieux ; ils nous reportent tous aux environs de la zone à *Ammonites tenuilobatus* (Quenstedt) descendant jusqu'au niveau des couches de Birmensdorf ou remontant jusqu'au niveau de celles de Stramberg.

J'aurais à dire des échinodermes et des crinoïdes à peu près ce que j'ai dit des gastéropodes, des acéphales et des Bélemnites. Ce ne sont que des matériaux jetant très-peu de lumière sur les relations de synchronisme des gisements qu'étudie M. Pictet.

C'est donc en somme presque exclusivement l'ensemble des Ammonites et des brachiopodes qui va décider la question des rapports géologiques de la Porte-de-France et des localités analogues les plus connues, Aizy et Lémenc, avec des gisements dont l'âge soit certain.

Or, le peu que j'en ai dit a déjà indiqué ce qui ressort du mémoire de M. Pictet. De tout ce bagage néocomien, *Ammonites subfimbriatus*, *Ammonites semisulcatus*, *Ammonites Rouyanus*, *Ammonites Calypso*, *Ammonites subfascicularis*, *Ammonites Dalmasi*, *Ammonites privasensis*, *Ammonites rarefurcatus*, *Ammonites Malbosi*, *Ammonites Grasianus*, *Belemnites latus*, *Terebratula diphyoides*, il reste un ou deux doutes qui font triste figure dans leur solitude, et tout cela se transforme en une série d'espèces nettement définies, dont les *noms* peuvent être soumis à des discussions d'appropriation ou d'antériorité, mais dont les *types* appartiennent à une faune connue, celle de la zone à *Ammonites tenuilobatus* (Quenstedt) et des calcaires qui la surmontent.

Est-ce à dire qu'il n'y ait dans ces trois gisements, étudiés par notre savant confrère de Genève, aucune espèce néocomienne? Il en cite au contraire plusieurs ; mais si l'on examine

la liste comparative de la page 300 et celle de la page 306, on voit d'abord que le nombre en est fort restreint et que la *Porte de France* fournit en tout *trois* espèces (les autres appartiennent à Aizy et à Lémenc). Ce sont les *Ammonites Malbosi* (Pictet), *berriasensis* (Pictet) et *Astierianus* (d'Orb.). Les autres doivent être, pour les raisons que j'ai rappelées, l'objet d'examens plus sérieux.

Je signale donc ce fait, qu'à la Porte-de-France la faune néocomienne (1) est *très-peu* représentée. Aux deux autres localités, les fossiles qui en démontrent l'existence proviennent du haut de la coupe.

Au surplus, de même qu'il y a du *néocomien* à la Porte de France, à Aizy et à Lémenc, il y a aussi en cette dernière localité des fossiles qui paraissent appartenir à une zone inférieure à celle de l'*Ammonites tenuilobatus*, c'est-à-dire au Jura blanc β des Allemands.

Du mémoire de M. Pictet se dégagent donc les faits rendus sensibles par son tableau final (p. 308) que je mets sous les yeux de la Société.

La majeure partie des couches composant les trois massifs forme dans chacun d'eux des groupes dont les parties inférieures et moyennes sont une à une géologiquement correspondantes et se terminent au terrain néocomien qui les surmonte.

La partie inférieure est l'équivalent bien caractérisé de la zone à *Ammonites tenuilobatus*; c'est le Jura blanc γ, ce sont les couches de Baden (Suisse).

La partie moyenne correspond au calcaire de Stramberg et du Tatra.

De l'oxfordien?... Nulle trace, si ce n'est peut-être à la base de la coupe de Lémenc.

Voilà de remarquables résultats obtenus avec de médiocres matériaux. La Société sera frappée, à la lecture du mémoire de M. Pictet, de l'esprit scrupuleux qui a présidé à ses recherches et de l'élimination à laquelle il a dû se livrer pour n'employer que des arguments certains. C'est là ce qui fait la valeur de ses conclusions imposées par la force des faits et à l'abri des influences de toute opinion préconçue. La comparaison de ces conclusions avec les opinions contenues dans ses deux notes

(1) J'entends par néocomien ce groupe d'étages dont la partie inférieure est formée par les couches de Berrias étudiées par M. Pictet.

précédentes (1) indique par quelle marche progressive, hésitante d'abord, puis plus rapide et plus sûre, M. Pictet est arrivé à établir ce que, par un excès respectable et regrettable à la fois de ses scrupules, il appelle l'état *provisoire* de la question.

Si, par *provisoire,* M. Pictet veut dire que l'étude des détails est incomplète et appelle de nouveaux matériaux pour s'achever, nous sommes de son avis et ne pouvons que partager ses regrets. Mais quel est le point de détail en géologie, duquel nous osions dire que nul n'y peut plus apporter quelque lumière?

S'il veut dire que l'on doive encore douter de la certitude des grands traits qu'il a tracés, il se laisse, à mon sens, aller à une timidité excessive, et je pense ne pas aller au delà de ce qui m'est permis en disant que ses convictions vont plus loin que son énoncé.

Si j'avais, pour ma part, à regretter quelque chose dans ce travail, ce serait un certain excès de réserve qui peut tenir à plusieurs causes. La principale, sur laquelle je ne saurais trop insister, car elle a visiblement influé sur l'esprit de notre savant confrère, c'est l'absence presque absolue de renseignements sur la situation relative, dans chacune des coupes, des fossiles qui en provenaient. A chaque page ce fait se reproduit; à l'incertitude en résultant si l'on joint l'embarras de comparer paléontologiquement des faunes dont les successions parallèles ont fourni peu d'espèces communes, on comprendra la difficulté à laquelle se heurte M. Pictet, et qui est si frappante, pages 300, 302.

Pourquoi supposer un mélange naturel de faunes éloignées les unes des autres quand le mélange artificiel des objets recueillis est si manifeste? Et pourquoi utiliser des matériaux d'une valeur plus que douteuse au profit de théories qui, malgré beaucoup d'efforts, n'ont jusqu'à présent abouti qu'à des insuccès, et qui sont en contradiction flagrante avec les principes, fruit des observations antérieures, qui nous guident dans nos recherches?

Ce n'est pas ici le lieu de m'appesantir à ce sujet; je ne crois pas cependant m'écarter du but que je me suis proposé en faisant ressortir dans le travail de M. Pictet certains traits qui témoignent d'une singulière préoccupation.

---

(1) *Nouveaux documents sur les limites de la période jurassique et de la période crétacée.* Juin 1867. — *Notice sur le calcaire de la Porte-de-France et sur quelques gisements voisins.* Octobre 1867.

Il constate, dans les fossiles qui sont sous ses yeux, des mélanges de faunes. Mais je m'étonne que lui-même, à l'inspection de son tableau de la page 296, n'ait pas été frappé de l'isolement de l'*Ammonites Calypso* (d'Orb.) et du *Metaporinus transversus* (Cotteau), au milieu d'une faune toute jurassique. On sent à la lecture de cette liste que cet *Ammonites Calypso*, qu'il déclare lui-même si douteuse, l'est encore bien plus qu'il ne le dit. Et puis, que peut signifier le *Metaporinus transversus*? C'est parce qu'il venait de la Porte-de-France qu'il était néocomien; il sera maintenant ce que sera la Porte-de-France.

Passant de là à ces nos 4 et 5, et faisant table rase une fois pour toutes de ces fragments *n'offrant aucune certitude*, et bons tout au plus à titre d'indications, il nous reste un mélange très-probable (1) d'espèces dites jurassiques, et d'espèces dites néocomiennes. « Nous constaterions donc, dit M. Pictet, une anomalie consistant dans le mélange apparent de fossiles de la couche jurassique la plus supérieure avec ceux de l'étage crétacé le plus inférieur. »

Anomalie! mélange apparent! Pourquoi, cette fois, ce mélange ne serait-il donc pas réel? Pourquoi accuser d'anomalie ces espèces dont le seul tort est d'avoir été appelées *jurassiques* par des auteurs qui leur ont refusé le droit, en leur infligeant ce baptême, d'avoir vécu dans une mer où elles en auraient vu naître d'autres auxquelles on a assigné, aussi, avec défense d'en sortir, un gisement *néocomien*? Nous voyons sans trop d'émoi des espèces à cheval sur deux assises du silurien, du lias, de la craie, ou du terrain tertiaire. Mais les lignes B sont inviolables! Cette malheureuse ligne B a failli tout gâter, et nous voilà, de par elle, ramenés en pleine théorie des cataclysmes.

On devrait pourtant se souvenir des leçons de l'expérience. Il faudrait surtout ne jamais perdre de vue que notre bassin anglo-parisien, qui a fourni matière à de si magnifiques travaux, n'est qu'une parcelle de la surface du globe. Les groupements, les séparations qui s'y sont imposés aux observateurs sont des faits entièrement locaux. Ailleurs, ils eussent été autres par une conséquence simple et nécessaire des variations alternantes de niveau des diverses parties de l'écorce du globe.

Il m'est donc impossible de partager la préoccupation de M. Pictet, relative à la position de la ligne B; je crois au con-

(1) Je rappelle de nouveau, et sans me lasser, que les fossiles recueillis jusqu'à présent n'occupent dans les coupes que des positions probables.

traire que ce qui se dégage le plus clairement de ce remarquable travail, c'est qu'on a enfin trouvé et constaté en France la continuité des faunes et des dépôts entre les groupements qu'on avait coutume de séparer sous le nom de période jurassique et de période crétacée.

J'avais dit en commençant que j'allais exposer les résultats du mémoire de M. Pictet, et voilà que j'ai l'air de céder à un esprit de critique en désaccord apparent avec le rôle dont je m'étais chargé.

J'ai la ferme conviction qu'il ne m'en saura pas mauvais gré; je crois lui faire plus d'honneur en montrant la lumière dont il éclaire, bien qu'il s'en défende, une question importante, qu'en me bornant à vous dire avec la circonspection qu'il y apporte lui-même « qu'il y a lieu d'ajourner le moment où les limites de la période jurassique et de la période crétacée pourront être fixées avec sécurité. »

C'est dans cet esprit que j'ajoute à ce qui précède les quelques observations par lesquelles je termine.

Les nos 3, 4 et 5 du tableau final de M. Pictet appellent de nouvelles études. Leur succession est établie; la limite inférieure du premier et la limite supérieure du dernier sont reconnues; l'un confine à la zone à *Terebratula janitor* (Pictet), l'autre touche à la zone qui renferme les fossiles de Berrias : mais les détails de cet ensemble manquent encore de précision, comme en témoignent les lacunes du tableau. Tels quels, ils ne sont pas cependant sans fournir d'utiles indications. Pour n'en citer qu'une, je rappellerai ce qui est dit page 271 à propos de la *Megerlea pectunculoides* (Schlotheim, sp.). « Cette espèce est surtout caractéristique de l'étage corallien. » S'il eût ajouté « de Nattheim, » M. Pictet eût rendu l'idée plus complète et plus juste.

Voilà une espèce dite corallienne, qui passe par-dessus la zone à *Ammonites tenuilobatus* (Quenstedt), par-dessus la zone à *Terebratula janitor* (Pictet), sans y laisser de traces, et reparaît dans le n° 4. Le saut est ample et donne à réfléchir. Ne serait-il pas permis de supposer que c'est l'espèce qui a raison, comme l'ont eu tant d'autres avant elle, et que c'est Nattheim qui a tort. Une zone une et de durée beaucoup moins extraordinaire me paraît pouvoir être attribuée à cette espèce avec beaucoup plus de vraisemblance que la singulière façon d'exister qu'on lui assigne. Nattheim contient des coraux, je le veux bien; mais quelles sont ces espèces communes avec le coral-rag anglais

et celui de l'Yonne? Au surplus, la présence des polypiers à Aizy et à Lémenc a-t-elle empêché M. Pictet de mettre à leur vraie place les brèches coralliennes (j'aurais préféré corallifères) de ces deux localités?

On voit quelle lumière l'étude des terrains de l'Allemagne a jetée sur ces terrains français situés aux extrémités du bassin qui nous sert de type. Il est permis d'espérer que le service reçu sera rendu, et je crois pour ma part que nous sommes près du moment où nous verrons remettre à leur vraie place certains dépôts néocomiens, coralliens et autres, qui se montrent encore à nous comme d'inexplicables exceptions. Lorsqu'on aura appliqué à des gisements complexes ou singuliers, comme Castellane, l'Échaillon, etc., la méthode critique patiente et sûre dont M. Pictet vient de nous donner l'exemple, lorsqu'on en aura obtenu des fossiles dont la provenance soit certaine et cotée, les anomalies disparaîtront. Les zones correspondant aux étages corallien, kimmeridgien et portlandien recouvreront leur existence et leur ordre de succession naturelle, sans préjudice d'intercalations possibles et auxquelles il est prudent de s'attendre. Les Allemands nous ont déjà indiqué, à propos de Solenhofen et de Nattheim, qu'un étage *corallifère* n'est pas nécessairement *corallien*, tout en laissant aux partisans fervents du faciès lithologique la consolation de constater que les relations de superposition de ces deux étages sont les mêmes qu'entre les calcaires lithographiques et les brèches corallifères d'Aizy et de Lémenc.

La Société s'associera, je n'en doute pas, à mon désir et à mon espérance de voir M. Pictet persévérer dans cette étude, en complétant son tableau final par l'addition de nouvelles colonnes et la fixation de plus en plus précise, dans celles qui existent, des synchronismes qui n'y sont qu'ébauchés.

En terminant cette communication, où j'ai fini par m'attribuer une part personnelle plus grande que je ne comptais le faire d'abord, il est de mon devoir de réduire à sa juste valeur le rôle fort modeste que j'ai rempli auprès du savant auteur de ce mémoire. M. Pictet cite mon nom avec une bienveillance qui me fait un honneur immérité. Possesseur d'une grande partie des matériaux mis en œuvre, j'ai pris à cette question un intérêt fort naturel; soupçonnant ensuite de graves erreurs, j'ai cherché la vérité à une source qui m'est toujours ouverte. C'est à l'École des mines que, pièces en main, M. Bayle m'a fait toucher du doigt la vérité. La voir se faire jour est une récompense suffi-

sante de ma bonne volonté, mon seul mérite. Il n'est que juste que l'honneur revienne exclusivement au professeur dont je m'honore de suivre les enseignements, et dont je ne suis pas le seul, je pense, à regretter vivement l'éloignement.

M. Hébert persiste dans son opinion, que les calcaires de la Porte-de-France, inférieurs aux couches à *Terebratula diphya* ou *janitor*, sont oxfordiens. Dans tout ce qui a été allégué jusqu'ici, aucun fait sérieux, quoiqu'en dise M. Chaper, ne détruit cette opinion. Quant aux critiques que M. Chaper vient d'émettre, aussi bien que celles qui sont mentionnées à la séance du 18 mai, elles portent avec elles, pour quiconque lira attentivement les pièces du débat, un tel cachet d'inexactitude et même de passion, que M. Hébert ne croit pas devoir s'attacher à les relever en détail en ce moment. La réfutation résultera des observations qui vont être présentées tout à l'heure sur le même mémoire de M. Pictet.

Il y aurait aussi beaucoup à dire sur la manière dont M. Chaper envisage le Jura de l'Allemagne; mais ce n'est pas le moment de discuter cette question.

M. Marcou rappelle d'abord que c'est M. Oppel qui a soulevé le premier cette question du rajeunissement des calcaires de la Porte-de-France de Grenoble. Dans le dernier mémoire, publié peu de jours avant sa mort, novembre 1865, et intitulé « *Die Tithonische Etage* » (*Zeits. d. deuts. geol. Gesells.*, tome XVII, p. 535), Oppel montre que les fossiles de la Porte-de-France, que l'on avait regardés jusque-là comme rentrant dans la faune oxfordienne, et comme indiquant l'étage oxfordien, étaient plus jeunes que l'Oxford-clay et devaient être rapportés à un niveau voisin de la partie supérieure du kimméridien, des calcaires de Portland, des schistes de Solenhofen et même des couches de Purbeck; et, comme ce niveau paraissait déjà alors, à Oppel, s'étendre sur de grandes surfaces des régions alpines, du Tatra et même de l'Espagne, et que tout en fixant sa position entre les schistes de Kimmeridge et le néocomien, et en le rapportant au jurassique supérieur, ou *Malm*, comme Oppel l'appelait, il ne pouvait pas le paralléliser et l'identifier avec certitude avec les différentes divisions et subdivisions du terrain jurassique des monts Jura et de l'Angleterre, il créa, et cela avec justice et discernement, le nom d'*étage tithonien*, pour désigner ces couches du bassin méditerranéen. Il termine son

mémoire en comparant son terrain tithonien au terrain rhétien, qui sert de trait d'union entre les marnes du keuper et le lias, et, dit-il, le tithonien lui aussi est le passage entre le jura et la craie, tout en le conservant dans le terrain jurassique. Peu de temps après la mort d'Oppel, feu Sæmann, en offrant à la Société géologique le grand travail de M. Benecke, élève d'Oppel, sur le Tyrol méridional, appela l'attention sur ces nouvelles vues, dans la séance du 22 janvier 1866 (V. *Bull. de la Soc. géol.*, vol. XXIII, p. 283). M. Hébert prit alors la parole pour maintenir l'ancienne classification de l'oxfordien supérieur, disant qu'il était impossible de le rapporter à des terrains plus récents puisqu'on trouvait au-dessus des *Terebratula diphya* le coral-rag caractérisé par le *Cidaris florigemma*, les *Glyptious hieroglyphicus*, etc. Très-peu de temps après, M. Hébert, allant d'un extrême à l'autre, a changé complétement d'opinion, et rajeunissant alors beaucoup trop les calcaires de la Porte-de-France, il les a rapportés au terrain néocomien (V. *Bull. de la Soc. géol.*, vol. XXIII, p. 591).

M. Marcou ajoute que c'est pour lui un grand plaisir que de voir aujourd'hui MM. Pictet et Chaper se ranger complétement du côté et être du même avis que son regretté ami feu Oppel. Le travail paléontologique de M. Pictet, fait sans idées préconçues, avec le soin et l'attention qui caractérisent tous les travaux du savant paléontologiste de Genève, est d'un poids décisif dans la question. D'ailleurs, dit-il, ce travail de M. Pictet concorde parfaitement avec d'autres travaux faits dans ces derniers temps par d'autres géologues et paléontologistes, MM. Waagen, Schloenbach et Mojsisovius. Quant à la zone à *Ammonites tenuilobatus*, que M. Hébert voudrait faire aussi rentrer dans le terrain néocomien, M. Marcou rappelle que son gisement dans le canton d'Argovie est au milieu des assises du terrain jurassique supérieur, dans le groupe nommé par M. Moesch schistes de Baden, qu'il n'y a dans toute cette partie de la Suisse aucune trace du terrain néocomien, et qu'en suivant ces vues de M. Hébert la plus grande partie du terrain jurassique deviendrait du terrain crétacé.

M. Hébert répond qu'il ne sait pourquoi M. Marcou lui attribue l'idée, au moins bizarre, de ranger dans le néocomien la zone à *Ammonites tenuilobatus* du Jura suisse ou allemand. M. Hébert s'est contenté de dire qu'il ne savait au juste ce qu'était le fossile décrit et figuré par M. Pictet (pl. XXXVI,

fig. 10) comme *A. tenuilobatus*, ni si ce fossile était jurassique ou crétacé. En effet, ce n'est certainement pas l'espèce d'Oppel, qui s'en distingue à première vue (1). Celle de M. Pictet se rapproche davantage d'une Ammonite que M. Hébert a recueillie à Saint-Julien-en-Beauchêne, dans les marnes à *Belemnites dilatatus*. Voilà pourquoi M. Hébert a dit que la zone de cette prétendue *A. tenuilobatus* à la Porte-de-France pourrait bien être néocomienne. Mais placer dans le néocomien le jura blanc γ de Quenstedt, ce serait en réalité par trop fort!

M. Hébert s'étonne de voir M. Marcou lui reprocher d'avoir pris, le 22 janvier 1866, le parti des géologues expérimentés qui avaient fait l'étude du Dauphiné, contre une assimilation qu'il repousse encore aujourd'hui de toutes ses forces, des calcaires à *T. diphya* avec le Kimmeridge-clay. Devant une erreur évidente pour lui, et qui d'ici à peu le sera pour tout le monde, comment ne pas défendre M. Lory et les autres géologues qui, en constatant des fossiles oxfordiens dans les calcaires de la Porte-de-France, fossiles dont la présence est encore aujourd'hui incontestable, rapportaient tout cet ensemble à l'Oxford-clay?

Comment ne pas croire au coral-rag de la brèche d'Aizy, quand les fossiles avaient été déterminés par M. Cotteau?

Il n'y a donc aucune justice à rendre M. Hébert responsable de l'opinion qu'il avait alors sur l'ensemble des calcaires de la Porte-de-France, quand pour les faire passer dans le Kimmeridge ou le Portland on n'avait, et on n'a encore aujourd'hui, à citer aucune espèce de ces étages.

M. Marcou semble blâmer M. Hébert d'avoir changé d'avis très-peu de temps après. Il devrait voir dans ce changement la preuve d'une déférence louable pour l'opinion d'Oppel.

C'est en effet après la séance du 22 janvier 1866 que M. Hébert, persuadé que l'erreur d'Oppel devait être fondée sur quelque motif sérieux, pria M. Lory de lui communiquer les fossiles des calcaires à *T. diphya*, et qu'il s'est aperçu de l'existence de plusieurs types néocomiens, ce qui est reconnu exact par M. Pictet, parmi les espèces de ce niveau qui avaient été déterminées comme jurassiques par Alc. d'Orbigny.

Ainsi *Ammonites anceps*, *A. Adela*, *A. Hommairei*, *A. viator*, *A.*

(1) On donnera plus loin, d'une manière précise, les différences qui séparent ces deux espèces.

plicatilis, sont ou des espèces nouvelles ou des espèces crétacées, et pas une n'est kimméridienne. Ne ressortait-il pas de cet examen, comme conclusion, que s'il y avait à la base, au-dessous des bancs à *T. diphya*, des assises oxfordiennes, les couches supérieures étaient néocomiennes? M. Marcou appelle *aller d'un extrême à l'autre* ce qui est la preuve évidente du désir d'arriver à la vérité, et en même temps l'expression sincère d'une conviction basée sur l'étude.

Il n'est pas exact de dire, comme le fait M. Marcou, que M. Pictet soit de l'avis d'Oppel, qui rangeait dans son étage tithonique, avec Solenhofen et les couches portlandiennes d'Angleterre et du Boulonnais, le calcaire et le *ciment* de la Porte-de-France (1). M. Benecke, qu'on peut considérer dans cette question comme le continuateur d'Oppel, a (2), postérieurement aux observations de M. Hébert, placé le calcaire *inférieur* de la Porte-de-France dans le kimméridien, opinion qu'adopte M. Pictet; mais les couches à ciment hydraulique, épaisses de 500 mètres, considérées comme oxfordiennes avant Oppel, qu'Oppel a rajeunies en les mettant au niveau de Solenhofen et de Portland, M. Pictet aujourd'hui les place au niveau de Berrias, c'est-à-dire dans le vrai néocomien. C'est là une première et considérable conquête obtenue par l'intervention de M. Hébert. Ses contradicteurs ont tort de l'oublier.

M. Hébert ensuite fait la communication suivante :

Observations sur le mémoire de M. Pictet intitulé : Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémenc; par M. Hébert.

Je me propose d'aller prochainement étudier sur place, et dans les collections de Munich et de Vienne, le calcaire de Stramberg, auquel M. Pictet assimile avec raison, d'après les faits qu'il produit, le *calcaire* à *Terebratula diphya* de la Porte-de-France; je n'aurais donc pas voulu discuter en ce moment le mémoire de M. Pictet, si l'on ne s'en était servi pour élever contre moi de telles accusations d'erreur, qu'il m'est impossible de les laisser sans réponse.

---

(1) *Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellschaft*, 1865, p. 536.
(2) *Neues Jahrbuch von Leonhard und Geinitz*, 1867.

Un mot d'abord sur l'expression que j'ai employée pour désigner les assises en litige. Si l'on veut bien se reporter aux notes que j'ai publiées sur le sujet qui nous occupe, on verra (1) que je me suis toujours servi des termes *calcaire à Terebratula diphya de la Porte-de-France*, et non *calcaire de la Porte-de-France*, comme M. Pictet semblerait le donner à entendre dans sa note de la page 289. Si des géologues ont cru que je voulais transporter dans le néocomien tout le calcaire de la Porte-de-France, c'est qu'ils m'ont lu avec trop de précipitation; voici ce que j'ai dit (2) : « A la Porte-de-France, il y a, à la base, des couches oxfordiennes. M. Lory a, en effet, rencontré dans les bancs inférieurs *Ammonites plicatilis*, *A. oculatus*, *A. tortisulcatus*, *Belemnites hastatus;* c'est à notre savant confrère à établir maintenant la limite précise entre les calcaires oxfordiens et néocomiens. »

Dans une notice sur les calcaires de la Porte-de-France, publiée en octobre 1867 par M. Pictet dans les *Archives des sciences de la bibliothèque universelle de Genève*, l'éminent paléontologiste constate (p. 5) que j'admets *avec lui* que les calcaires *inférieurs* de la Porte-de-France sont *oxfordiens;* et il reconnaît avec moi que les calcaires à *T. janitor* sont plus récents, que dès *l'instant où apparaît la Térébratule perforée la faune change et l'on trouve des Ammonites néocomiennes.*

Dans le mémoire dont la notice précédente était un résumé, M. Pictet change d'opinion et place le calcaire inférieur de la Porte-de-France au niveau de la zone à *Ammonites tenuilobatus*, ce qui peut être exact; mais en même temps il en fait l'équivalent du kimméridien inférieur, ce qui, à mes yeux, loin d'être évident, est une très-grave erreur.

J'en dirai autant de l'assimilation (p. 293) du jura blanc γ, de Quenstedt avec le même kimméridien. Mais ce n'est pas le moment de traiter cette question, j'y reviendrai plus tard (3).

---

(1) *Bull. Soc. géol. de France* (23 avril 1866 et 18 février 1867) et *Comptes rendus de l'Acad. des sciences* (20 mai 1867).

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, t. XXIII, p. 529.

(3) M. Pictet cependant (p. 293) dit, en citant quelques espèces qui se trouvent en Allemagne dans le jura blanc β (zone à *Ammonites transversarius* et *A. perarmatus*), qui est mon *Oxford-clay moyen* (Mers anciennes, etc., p. 33 et suiv.), « qu'il se peut que ces espèces constituent un mélange réel et doivent donner un certain cachet oxfordien à l'ensemble de la faune. » Cette remarque, par laquelle le savant paléontologiste se rap-

Disons toutefois qu'il faut retrancher de la liste des fossiles que cite M. Pictet des calcaires inférieurs, l'*Ammonites tenuilobatus* lui-même. Le fossile ainsi désigné par M. Pictet diffère notablement du type d'Oppel, figuré par Quenstedt (*Ceph.*, pl. 9, fig. 16) et décrit, p. 132, sous le nom d'*A. pictus costatus*. Voici les principales différences qu'on peut signaler :

Les côtes qui partent de l'ombilic sont plus petites dans l'*A. tenuilobatus*, Qu., que dans l'*A. tenuilobatus*, Pict.

Dans le type d'Oppel, que j'ai pu étudier sur un très-bon moule, ces côtes sont non-seulement beaucoup plus petites, mais aussi beaucoup plus nombreuses. La forme et la courbure des côtes est la même dans les deux types allemands; elle est tout à fait autre dans l'échantillon figuré par M. Pictet, où les côtes se portent immédiatement en avant en quittant l'ombilic et se recourbent ensuite plus fortement en arrière, pour s'arrêter brusquement à des tubercules arrondis analogues à ceux que présente l'*A. Frotho*. Ces tubercules sont minces, allongés dans le vrai *A. tenuilobatus*, et ne constituent qu'une saillie des côtes, lesquelles se continuent sans s'arrêter jusqu'au pourtour externe. D'ailleurs, cette dernière espèce est en outre caractérisée par une quille saillante, ce qui n'existe pas dans l'espèce de M. Pictet, dont le dos est arrondi et présente une surface lisse interposée entre les côtes (1). Cette dernière est aussi plus épaisse en son centre, etc.

Cette espèce, si différente à tous ces points de vue de l'*A. tenuilobatus*, est au contraire plus voisine d'une espèce que j'ai recueillie à Saint-Julien-en-Beauchêne (Drôme), dans les marnes néocomiennes à *Belemnites dilatatus*. Je ne prétends pas toutefois qu'elle soit identique. Si donc, comme le dit M. Lory, elle provient des calcaires à *T. diphya*, il n'y aurait aucune raison pour qu'elle ne soit pas là à sa véritable place.

---

proche de l'opinion qu'il publiait quelques mois auparavant, et qui lui permettra, je l'espère, d'y revenir, n'empêche pas M. Chaper de dire : « M. Pictet n'a pu reconnaître dans les fossiles l'existence de l'étage oxfordien. » Ailleurs : « De l'oxfordien?... nulle trace, si ce n'est peut-être à la base de la coupe de Lemenc. » Il paraît que l'*A. flexuosus* ne compte pas.

(1) C'est avec la figure produite par M. Pictet que je fais cette comparaison : car sur l'échantillon type de M. Lory que j'ai sous les yeux, nous ne pouvons, ni M. Munier ni moi, reconnaître une partie des caractères si nettement indiqués par le dessin. — Le type d'ailleurs est tout aussi distinct de l'*A. tenuilobatus* que le dessin.

Je ne ferai aucune difficulté de reconnaître qu'il faut retrancher de la liste des fossiles néocomiens que j'ai cités à la Porte-de-France l'*A. subfascicularis*, d'Orb. Trouvant cette espèce dans la série que M. Lory m'avait communiquée des calcaires à *T. diphya*, bien que lui-même m'ait prévenu qu'il ne pouvait garantir le gisement précis de toutes les pièces, reconnaissant qu'elle était identique avec l'espèce que d'Orbigny donnait comme néocomienne, et n'ayant pas alors, comme terme de comparaison, de bons exemplaires de l'*A. polyplocus*, je n'ai pas reconnu l'identité avec cette dernière espèce que signale M. Pictet avec raison. M. Pictet, d'ailleurs, met cette espèce dans le calcaire inférieur, où elle se trouve à sa place, c'est-à-dire dans le jura blanc γ, de Quenstedt, qui fait partie, selon moi, de l'oxfordien supérieur. Elle n'a donc aucune influence sur le caractère de la faune des calcaires en litige (1).

C'est encore dans le calcaire inférieur qu'il faudrait, d'après M. Pictet, placer cette espèce globuleuse que j'ai (*Bull.*, t. XXIII, p. 527) rapprochée de l'*A. nodulosus*, Catullo, et que M. Pictet rapporte à l'*A. iphicerus*, Oppel, qui est toujours de la même zone γ du jura supérieur.

Je doute beaucoup que nous n'ayons affaire ici qu'à une seule espèce ; M. Pictet lui-même est très-réservé. On ne saurait jusqu'ici affirmer comme un fait démontré que cette espèce passe du calcaire inférieur dans les couches néocomiennes.

Ainsi je suis tout à fait de l'avis actuel de M. Pictet, avis qui a été le mien dès le début de cette discussion. Il y a à la Porte-de-France une partie jurassique bien évidente, dont la limite supérieure, qui n'est pas encore fixée avec toute la précision désirable, n'en est pas moins nettement séparée des assises supérieures. M. Pictet place ainsi que moi les couches à *Terebratula janitor* dans les assises supérieures ; comme moi, M. Pictet associe ensemble Aizy et la Porte-de-France ; de plus, il y ajoute Lemenc, dont je n'ai point eu les fossiles en communication. Les précieux renseignements qui résultent de son travail complètent les caractères de la faune des calcaires inférieurs. C'est une démonstration, maintenant inattaquable, de la séparation de ces calcaires d'avec les couches à *T. diphya*

(1) Je dois faire observer que M. Pictet conserve à cette espèce le nom que je lui avais donné, *A. subfascicularis* ; je ne m'étais donc pas trompé sur sa détermination, comme le prétend M. Chaper.

ou *janitor*, séparation qui était le but de ma première note du 23 avril 1866 (1).

Je passe maintenant aux couches caractérisées par la *T. janitor*, confondues jusqu'alors avec les couches inférieures.

M. Pictet, d'accord avec M. Lory, considère les assises nos 2, 3 et 4, comme constituant un seul ensemble paléontologique et stratigraphique. Les nos 2 et 3 comprennent les couches à *T. janitor* jusqu'à celle qui renferme le *Metaporhinus transversus*. C'est, dit M. Pictet, l'équivalent certain du *calcaire de Stramberg*. Or, M. Zittel, en rendant compte des résultats du travail qu'il vient de faire de la faune de ce calcaire (2), déclare que, parmi les fossiles qu'il en a étudiés, c'est-à-dire les céphalopodes, il y a un petit nombre d'espèces néocomiennes, et *pas une seule* espèce jurassique. M. Pictet lui-même admet dans ces couches deux espèces néocomiennes : *A. Calypso* et *Metaporhinus transversus*; il a hésité, d'après les observations que lui ont adressées MM. Bayle et Chaper, à continuer à identifier, comme il l'avait fait en octobre 1867, l'*A. semisulcatus* avec l'*A. ptychoicus* dont j'avais soupçonné l'identité dans ma note du 23 avril 1866 (p. 531).

M. Pictet, qui avait également cité, en octobre 1867, l'*A. subfimbriatus* de cette faune, a remplacé, toujours sur les observations de MM. Bayle et Chaper, ce nom par *A. Liebigi*, Oppel (Mss.); mais il suffit de lire les pages qui concernent cette espèce pour voir que M. Pictet est encore rempli d'incertitudes au sujet de cette séparation.

---

(1) M. Chaper dit (page 693) : « M. Hébert ne voit dans *toutes* les Térébratules perforées qu'une seule et même espèce. » Cette assertion de M. Chaper est tout à fait erronée. J'ai dit en août 1866 (Archives des sciences de la bibl. univ. de Genève), avant le travail de M. Pictet sur ces groupes, que je ne pouvais distinguer la *Terebratula diphya* de la Porte-de-France de la *T. diphyoides* des calcaires néocomiens. Aujourd'hui, d'après M. Pictet, l'espèce de la Porte-de-France n'est pas la *T. diphya*; mais lui-même alors, dans une note jointe au titre de l'extrait de mon travail inséré dans les Archives, conserve à cette espèce le nom de *T. diphya*. Plus tard, dans les *Comptes rendus de l'Acad. des sciences* (20 mai 1867), je dis que je considère cette question du véritable nom de l'espèce comme secondaire, et que je laisse à des paléontologistes plus compétents le soin de la résoudre.

(2) *Journal de l'Institut géologique de Vienne*, 21 avril 1868.

En octobre 1867, M. Pictet citait aussi, dans la faune des nos 2 et 3, *Ammonites Privasensis* et *A. Dalmasi*, deux espèces néocomiennes de Berrias; ces espèces disparaissent de la liste de la page 296, la deuxième sans que j'aie pu en trouver le motif (1); mais la première revient, page 300, dans l'assise n° 4.

J'avais aussi cité d'Aizy l'*A. Grasianus*. M. Pictet la rapporte à l'*A. Staszycii*, Zejszner, et signale comme seule différence que le bord de l'ombilic est caréné dans l'*A. Grasianus*, et arrondi dans l'autre espèce. Or, dans une série d'échantillons de ces deux types que je possède, les uns provenant des marnes à Bélemnites plates du Dauphiné, les autres de Rogoznick, on pourra voir que cette carène n'existe pas toujours dans l'*A. Grasianus*. Je persiste donc dans mon opinion sur cette espèce; car, si l'on veut faire de la variété à carène effacée une autre espèce, l'*A. Staszycii*, cette dernière espèce trouverait son identique dans nos marnes à *B. dilatatus*. M. Pictet dit à tort que les trois échantillons qui lui ont été communiqués ont été étiquetés par moi sous le nom de *Grasianus*. Je n'ai jamais eu à ma disposition qu'un seul exemplaire; les deux autres me sont complétement étrangers (2). A cette occasion, j'ajouterai qu'à Rogoznick cette espèce est accompagnée d'une autre espèce néocomienne que M. Zejszner a identifiée avec raison avec l'*A. diphyllus*, d'Orb.

J'ai cité *Belemnites latus*, Blainv. M. Pictet reconnaît que la détermination est exacte; seulement elle n'existe pas dans les nos 2 et 3, mais plus haut. Il n'en est pas moins vrai qu'elle se trouve dans les couches qui étaient considérées également comme oxfordiennes.

---

(1) M. Chaper ne s'est pas aperçu que M. Pictet admet, comme moi, l'existence à Aizy de l'*A. privasensis*. Il ne s'est pas non plus aperçu que si le 18 février 1867 j'ai signalé à Aizy l'*A. Dalmasi*, M. Pictet en a fait autant huit mois plus tard (Arch. de Genève, oct. 1867), et il plaçait alors dans les couches n° 2 et 3 *A. privasensis* et *A. Dalmasi*, après avoir eu connaissance de mon travail, et après avoir lui-même étudié et décrit ces fossiles. Si c'est une faute pour moi, qu'est-ce donc pour le père de ces espèces? Devant une justice impartiale, M. Pictet est bien plus coupable, et cependant c'est moi seul que M. Chaper accable de tout le poids de ses critiques!

(2) Je reviendrai sur ces espèces *A. Grasianus*, *Calypso*, *semisulcatus*, *subfimbriatus*, etc., lorsque le travail de M. Zittel aura paru. Il sera possible alors, et surtout à l'aide des matériaux que j'espère rapporter de mon voyage, de faire des comparaisons rigoureuses et de savoir à quoi s'en tenir.

Il en est de même de l'*Ammonites Rouyanus*, d'Orb. M. Pictet doute que cet échantillon provienne du calcaire de la Porte-de-France et semble croire qu'il est originaire de Barrême. M. Lory est à peu près du même avis. Je dois dire toutefois que je ne connais à Barrême aucun calcaire néocomien d'une telle compacité et d'une couleur aussi foncée, et j'ai étudié toute la série des couches de cette localité.

Quant aux *Aptychus* que j'ai signalés sous le nom d'*A. Malbosii* et *A. Serunonis*, je ne puis, n'ayant plus les échantillons, reconnaître si j'ai eu tort, ce que je suis tout disposé à admettre, de rapporter à l'*A. Malbosii*, Pictet, de Berrias, les échantillons que M. Pictet a déterminés comme *A. imbricatus*, H. de Meyer; mais j'ai conservé le moule de l'*A. Serunonis*; il est bien facile de reconnaître que M. Pictet n'a point eu l'original sous les yeux, et il n'est pas étonnant qu'il n'ait rien trouvé qui *ressemblât de près ou de loin à cette espèce*.

Tous ces faits montrent que la faune des calcaires à *T. diphya* du Dauphiné conserve son faciès néocomien, et, de plus, que le calcaire de Stramberg lui-même prend ce faciès, en raison de l'absence jusqu'ici complète d'espèces jurassiques parmi les céphalopodes, seule partie de la faune étudiée avec un soin convenable, et du contingent néocomien spécial que ce calcaire apporte avec lui (1).

En résumé, pour cette partie moyenne des calcaires de la Porte-de-France, n°s 2 et 3 de M. Pictet, les couches essentiellement caractérisées par la *Ter. diphya* ou *Janitor*, le mémoire de M. Pictet nous prouve qu'il c'est l'équivalent du calcaire de Stramberg (2), et mon opinion est que l'un et l'autre, en vertu des faits connus, doivent être rapportés à la base du terrain crétacé, qu'ils forment la partie inférieure du néocomien, et qu'il y a une séparation tranchée entre cette série et les assises jurassiques situées par-dessous.

Je suis donc, comme on voit, un partisan décidé de la ligne A de M. Pictet.

Passons au n° 4; c'est la brèche d'Aizy et de Lémenc. Au mois

(1) Parmi ces espèces néocomiennes, M. Zittel a constaté l'existence de l'*A. quadrisulcatus*.

(2) Aux espèces communes à Stramberg et à Aizy, citées par M. Pictet, je puis ajouter *A. climatus*, Opp., dont un bel exemplaire fait partie de la collection de M. Chaper.

d'avril 1866, M. Lory citait dans cette brèche (*Bull.*, t. XXIII, p. 518) :

Glypticus hieroglyphicus, Ag.	*C. glandifera*, Ag.
Hemicidaris crenularis, Ag.	*Belemnites hastatus*.
Cidaris florigemma, Phill.	*B. Coquandus*, d'Orb.

J'ai dû nécessairement considérer cette couche comme essentiellement corallienne, et j'ai laissé à d'autres le soin d'expliquer sa présence dans cette position stratigraphique.

Le mémoire de M. Pictet donne un tout autre caractère à la faune de cette couche, dont voici quelques espèces déjà connues dans des gisements non contestés :

B. latus, Blainv.	*Pecten Goldfussi*, Desh.
— *Orbignyanus*? Duval-Jouve.	*Ostrea rectangularis*, Rœm.
— *minaret*, Raspail.	*Terebratula Euthymi*, Pictet.
Ammonites privasensis, Pict.	*Cyphosoma nobilis*, Cotteau.

Huit espèces essentiellement néocomiennes.

Le *Glypticus hieroglyphicus* est devenu *G. Loryi*, de Lor. ; l'*Hemicidaris crenularis* disparaît ; nous y voyons apparaître d'autres échinodermes jurassiques, mais les précédents cités par M. Lory avaient été examinés par des autorités compétentes, et, si ces autorités se sont trompées, cela prouve que les conditions de détermination sont assez mauvaises pour ces fossiles. Et, en effet, nous voyons, par exemple, que le *Cidaris Blumenbachi*, Munster, est représenté uniquement par un fragment de test et un fragment de radiole ; aussi M. de Loriol (Pictet, p. 279) ne donne-t-il l'existence de cette espèce dans la brèche de Lemenc qu'avec une extrême réserve, réserve qui a disparu dans les conclusions, où le *C. Blumenbachi* devient un des arguments principaux pour le faciès jurassique.

Il en est de même pour le *Rhabdocidaris caprimontana*, Desor.

Les causes de doute ne manqueraient pas pour les autres espèces indiquées comme jurassiques ; ainsi le *Cidaris glandifera* est cité du terrain à chailles de Longwy. Je ne connais qu'un Longwy, où certes il n'y a pas de terrain à chailles, et on sait à quelle divergence d'opinions le gisement de ce fossile a récemment donné lieu dans cette enceinte. Cette espèce se trouve à Stramberg. En réalité, il ne reste pas un seul échinoderme dont M. de Loriol ait répondu d'une manière affirmative comme espèce jurassique, sauf l'*Acropeltis æquituberculata*, Ag., bien que les échantillons fussent un peu frustes.

M. Pictet cite aussi une Ammonite jurassique (*A. Calisto*, d'Orb.); mais cette Ammonite vient précisément des couches en discussion, et je ne sache pas que son caractère jurassique ait été établi par d'autres gisements.

Ainsi, à la place de la liste corallienne de M. Lory, dont il ne subsiste rien, nous n'avons plus de bien certain que des Ammonites et des Bélemnites néocomiennes.

Nous avons bien dans la liste de M. Pictet un Peigne et deux brachiopodes; mais le Peigne, on n'en connaît pas le gisement, et les brachiopodes, hélas! on sait dans quelles méprises ils peuvent jeter un paléontologiste.

En résumé, je n'ai plus aucun doute que la brèche d'Aizy ne soit franchement néocomienne.

C'est un nouveau service que le travail de M. Pictet m'a rendu; je n'ai plus besoin de comparer cette question à celle de *Petit-Cœur*.

Le travail de M. Pictet n'établit aucunement à mes yeux le mélange d'une faune jurassique avec une faune crétacée; une pareille conclusion a besoin de preuves bien autrement puissantes que celles qui ont été fournies, et je ne puis m'empêcher de dire que M. Pictet s'est laissé trop facilement entraîner vers cette idée théorique.

Quant aux couches supérieures à la brèche, celles à ciment hydraulique de Grenoble, il n'y a plus de désaccord entre M. Pictet et moi; le savant paléontologiste les assimile en effet au calcaire de Berrias et les considère comme néocomiennes. Il ne faut pas oublier que ces dernières assises avaient été, jusqu'à ma note du 23 avril 1866, considérées aussi comme oxfordiennes, ou placées au niveau de Solenhofen et de Portland par Oppel.

Ainsi donc, depuis ma première communication, de notables changements se sont opérés dans la classification de ces couches, et ce changement s'est propagé à travers tout ce système du *Diphya-Kalk* et du Klippenkalk jusque dans les Carpathes; car aujourd'hui nul ne peut maintenir dans le *jurassique moyen* des couches comme celles de Stramberg, où jusqu'ici il n'y a pas une seule espèce jurassique, mais seulement des espèces nouvelles ou néocomiennes. La question marche, tout en se généralisant, dans le sens que j'ai dès l'abord indiqué et que j'ai de plus en plus accentué, au fur et à mesure que les études nouvelles nous ont donné une connaissance plus exacte des faits.

En établissant aussi nettement que possible, ce qui est dans mon droit, que les faits nouveaux viennent prêter appui aux conclusions que j'avais tirées des faits moins nombreux que j'avais à ma disposition, je déclare aussi que, comme M. Pictet, je suis prêt à accepter toute preuve qui viendrait établir que je me trompe en contestant le mélange des faunes jurassique et crétacée, et la continuité, sans lacunes, des assises nos 1, 2, 3, 4 et 5 de la Porte-de-France.

Lorsque ces deux points me seront démontrés, j'en serai le plus ardent défenseur; mais je suis de ceux qui font de la science avec les faits connus, et non avec les faits que l'on espère découvrir.

Je ne sais pourquoi l'on me fait dire que ces questions sont de la plus grande simplicité. Je ne pense rien de semblable; je sais que, dans ce sillon que les géologues creusent en ce moment sur tant de points différents, il y a beaucoup à découvrir, mais aussi beaucoup de travail pour l'extraction de ces découvertes. La *Porte-de-France* a amené *Stramberg* sur le tapis; Stramberg entraînera bien d'autres localités. J'ai voulu contribuer à conserver au point de départ de ces études nouvelles son véritable caractère, et combattre, ce qui me paraît aujourd'hui moins démontré que jamais, l'assimilation de ces couches avec les assises du Jura supérieur de l'Allemagne centrale ou du bassin anglo-parisien; mais, je le répète, je ne fermerai jamais les yeux à l'evidence, et je ne reculerai devant aucun effort pour arriver à la vérité.

J'ai lu avec une grande satisfaction, dans le *Bulletin* du mois d'août dernier, que M. d'Archiac avait très-nettement formulé l'opinion que les divers horizons des térébratules trouées appartenaient tous au terrain néocomien (1).

M. Émilien Dumas, ici présent, auquel nul ne contestera une parfaite connaissance des terrains du midi de la France, m'autorise à déclarer qu'il partage depuis longtemps l'opinion que je défends.

M. Delanoüe fait la communication suivante :

---

(1) *Bull.* 2e série, t. XXIV, page 780.

Nature, âge et influence du prétendu granite tertiaire de l'île d'Elbe; par M. J. Delanoüe.

On a souvent décrit l'influence métamorphique des roches pyrogènes sur les roches sédimentaires; et, en effet, cette action est réelle et généralement admise. Cependant on cite de temps en temps d'autres faits qui tendraient à prouver aussi parfaitement la thèse contraire.

Ainsi, par exemple, M. P. Savi, le savant professeur de Pise, a depuis longtemps annoncé que du granite s'était injecté et même ramifié en minces filets dans les roches secondaires et tertiaires de l'île d'Elbe, sans les altérer, même au point de contact. M. Studer, qui a fait une très-savante étude sur cette île, a décrit ainsi des faits analogues :

« Le terrain granitique est évidemment un des plus modernes de l'île (1).

« Au-dessous de la Guardia d'Enfola, une grande masse de flysch ou macigno est enclavée dans les roches fedspathiques. Des fragments disséminés de calcaire de 2 à 3 centimètres n'ont perdu ni leur texture, ni leur couleur gris foncé; d'autres, de macigno, contiennent des méandrines et des *Fucoïdes intricatus* (2). »

« Entre Saint-Ilario, Pila et San-Pietro, un calcaire macigno ordinaire, malgré son contact avec une roche d'épanchement, ne paraît avoir subi dans sa composition aucune altération notable (3). »

De Collegno a cité aussi de nombreux *filons de granite* à travers ces mêmes schiste et macigno *non altérés* (4).

Des faits aussi extraordinaires devaient être vérifiés. La présence seule du granite dans une position aussi étrange méritait bien qu'on se donnât la peine de l'aller voir sur place. Grâce aux conseils et aux renseignements précieux qu'a bien voulu me donner M. Savi, j'ai pu en quelques jours étudier toutes les localités les plus remarquables de cette île si intéressante.

---

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 1re série, t. XII, p. 289.
(2) *Ibid.*, p. 292.
(3) *Ibid.*, p. 299.
(4) *Ibid.*, 2e série, t. V, p. 26.

J'ai vu, tout aussitôt, que l'injection des roches feldspathiques n'était pas un fait exceptionnel, mais pour ainsi dire général, dans presque tous les terrains de l'île, tels que le granite ancien, le verrucano, le calcaire saccharoïde, le gabbro rosso, l'euphotide, la serpentine, et les macignos ou schistes bruns à Fucoïdes. Je me suis empressé d'aller visiter, à l'ouest de Porto-Ferrajo, le golfe d'Enfola, localité spécialement citée pour ses injections granitiques, et j'ai vu dans les schistes et macignos éocènes de grands épanchements et de nombreuses ramifications de cette roche pyrogène que l'on a prise bien à tort pour un granite, car elle a tous les caractères d'un vrai porphyre. Elle a une pâte homogène, verdâtre, feldspathique, que l'altération atmosphérique rend d'abord ocreuse, puis blanche. Elle est parsemée de cristaux de feldspath de cinq à six centimètres de longueur et d'une innombrable quantité de quartz hyalin en petits cristaux réguliers, d'un centimètre de longueur, avec double pyramide hexagonale. Ce porphyre, lorsqu'il est en grande masse, offre une apparence de stratification; mais il est plus généralement en filons dans les schistes et macignos bruns, qu'il a disloqués, brisés, et dont il a empâté les fragments, sans les altérer, même à la surface.

Je me contente ici d'affirmer, et par conséquent de confirmer l'authenticité de ce dernier fait si étrange, savoir : *la nullité de l'influence des roches pyrogènes au contact des roches de sédiment.* Et, quant à l'explication, je la demanderai aux partisans à outrance du métamorphisme igné.

Si les effets de contact des roches d'épanchement ont été à l'île d'Elbe ou très-faibles, ou nuls, les phénomènes consécutifs y ont laissé, en revanche, des preuves irrécusables de leur durée et de leur grandeur. On voit de toute part des filons, des minéraux et des minerais en masses énormes qui nous révèlent l'existence d'anciens soupiraux vomissant des torrents de vapeur et de gaz métallifères. Nous avons une image très-affaiblie mais bien exacte, de ces phénomènes anciens, dans les *soffiani* de Toscane et les émanations volcaniques de nos jours. Ainsi, pour nous borner à l'étude de l'origine du fer oligiste, nous voyons le chlorure de fer volatilisé des volcans se convertir au contact de l'air et de l'eau en oxyde ferrique qui se dépose en gaz chlorhydrique qui se dégage. Si nous comparons maintenant la minime quantité d'oligiste formée par nos volcans à ces montagnes de fer de Rio, de Calamita, etc., nous pouvons nous faire une idée approximative de l'importance et de la durée

des phénomènes grandioses dont l'île d'Elbe a été le théâtre.

Toutes les autres roches pyrogènes épanchées, injectées et ramifiées dans les terrains sédimentaires, ne sont que des porphyres, des eurites, des serpentines, des euphotides et diverses roches feldspathiques dans lesquelles le mica est purement accidentel. Je n'ai jamais pu y reconnaître de vrai granite. Le granite normal véritable existe néanmoins dans la partie occidentale de l'île. Il est même quelquefois traversé par un pseudo-granite ou porphyre, mais ne traverse lui-même aucune roche quelconque.

Quant à l'âge des schiste et macigno injectés d'Enfola, il est déterminé par la présence des *Fucoides intricatus* et *F. Targioni*. On le rapporte généralement à l'éocène moyen.

La présence des roches feldspathiques dans les schistes des environs de Porto-Longone est plus difficile à expliquer. Ce terrain schisteux exige lui-même une mention toute spéciale, car il est d'une nature assez énigmatique. Je n'ai pu y découvrir aucun fossile. Et voici du reste l'opinion des observateurs qui m'ont précédé.

M. de Collegno, après MM. Hoffmann, Studer et Burat « ont vu dans ces schistes argileux ou micacés alternativement avec des calcaires cristallins alternant un véritable verrucano (si l'on veut), mais identique aussi avec les parties métamorphiques du terrain à Fucoïdes des Grisons ou de la côte de Gênes (1).

Un *verrucano éocène !*...

Quoi qu'il en soit, ces schistes plus ou moins modifiés de Porto-Longone sont presque partout remplis, tantôt de grandes masses, et tantôt de simples veines, d'une roche feldspathique de composition variable, mais ayant ordinairement l'apparence d'une pegmatite mouchetée de tourmalines. On n'y voit nulle part ces dykes et filons si fréquents dans le reste de l'île. Ce sont des veinules et ramifications, quelquefois si tenues et si multipliées, qu'on les croirait presque contemporaines de la roche même. Le feldspath y aurait-il cristallisé dans la masse humide et chaude?... D'un autre côté, on ne peut guère comprendre comment a pu avoir lieu après coup une imprégnation aussi complète d'une roche sédimentaire par une roche ignée... A moins peut-être que cela ne soit dû à l'effondrement et l'immersion de la roche stratifiée dans un bain de la roche feldspathique en fusion !..

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. V, p. 29.

Voulant déterminer l'époque des plus certaines et des plus récentes injections de ces roches feldspathiques, de celles d'Enfola, par exemple, j'ai dû la chercher entre le dépôt des roches encaissantes et celui des roches superposées.

1° Roches encaissantes. M. Savi m'a dit avoir observé des filons de ce « *granite* » dans les serpentines de la partie occidentale de l'île et M. Studer confirme ainsi le fait :

« L'ophiolite verte ou noire forme, dit-il, la hauteur au midi de la rade de Patresi. Elle est traversée par de grands filons de « *granite* (1). »

Ce granite, c'est-à-dire ce pseudo-granite, a traversé aussi, comme nous l'avons vu au golfe d'Enfola, des schistes et macignos que nous rapportons, comme tout le monde, à l'éocène moyen.

2° Roches superposées. Elles sont plus rares, mais enfin on voit à Scalieri des bancs arénacés, calcaires, déposés horizontalement sur ces mêmes schistes injectés. Or, M. Savi assimile ces couches aux grès d'Antignano qui suivent immédiatement les marnes bleues, subapennines, et les couronnent sur les hauteurs (Volterra, Poméranie, etc.).

CONCLUSIONS.

1° Les diverses roches épanchées ou injectées dans les terrains sédimentaires de l'île d'Elbe ont souvent donné lieu à des phénomènes grandioses et de longue durée ; mais souvent aussi elles n'ont produit aucune altération des roches sédimentaires, même à leur point de contact.

2° Le prétendu granite moderne, en filons injectés dans l'éocène de l'île d'Elbe, est un véritable porphyre.

3° L'époque la plus récente de son apparition est postérieure aux serpentines et contemporaine du dépôt des marnes subapennines. Elle doit être, par conséquent, placée entre l'éocène moyen et le pliocène moyen.

M. Gruner, après avoir rappelé qu'il n'y a pas, à sa connaissance, d'exemple bien constaté d'éruption granitique postérieure au dépôt du terrain silurien, se félicite d'apprendre que la roche feldspathique de l'île d'Elbe, considé-

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 1re série, t. XII, p. 295.

rée jusqu'à ce jour comme constituant une exception à cette loi générale, n'est point un granite, et doit être rangée parmi les porphyres, roches éruptives dont l'apparition à la surface du globe s'est faite à des époques plus récentes.

M. Jannettaz fait observer, à propos du peu d'altération que la roche feldspathique de l'île d'Elbe aurait produit dans son voisinage, que les roches pyrogènes n'altèrent les roches encaissantes que sur une très-petite étendue, et que ce phénomène paraît résulter, dans la plupart des cas, de l'émission de vapeurs chaudes. Quant au métamorphisme dû simplement à la température plus ou moins haute que les roches éruptives devaient posséder lorsqu'elles ont pénétré à travers les roches stratifiées, son aire beaucoup plus restreinte encore serait insignifiante, et M. Jannettaz pense qu'il en existe peu d'exemples bien observés.

M. Levallois rappelle à ce propos que les recherches de M. Delesse l'ont conduit à des idées toutes pareilles, et qu'elles semblent prouver, en outre, que les roches éruptives, en venant au jour, n'étaient pas douées d'une très-haute température.

M. Fouqué fait remarquer que les roches volcaniques en pleine fusion n'altèrent point les roches au contact desquelles on les voit couler. Il en résulte que l'on ne saurait espérer pouvoir déduire du degré d'altération d'une roche le degré de température auquel a pu être portée la roche éruptive qu'elle encaisse. Il n'y a d'altération appréciable que dans le cas d'un fragment de roche isolé et empâté dans la lave.

M. Jannettaz fait la communication suivante :

Note sur le quartz purpurin, imitant le rubis, des minerais cuprifères du Chili; par M. Édouard Jannettaz.

Parmi un certain nombre de minerais du Chili, dont M. Carabœuf proposait l'acquisition au Muséum, j'ai remarqué un sulfure de cuivre en petites masses compactes, disséminées dans

une gangue quartzeuse. C'est le monosulfure de cuivre CuS, de couleur gris noirâtre, se coupant facilement au couteau, facilement fusible, acquérant un vif éclat par la rayure. La gangue est un quartz gras, tantôt bleu, tantôt vert, et, dans quelques fragments, rouge de pourpre. Elle doit sa couleur bleue à l'hydro-carbonate bleu de cuivre (azurite), qui s'y trouve mêlé, sa couleur verte à un mélange analogue d'hydro-carbonate vert de cuivre (malachite), comme le démontre l'effervescence produite par les acides que l'on verse sur les parties bleues ou vertes, après les avoir amenées à l'état pulvérulent. L'effervescence ne cesse qu'après la décoloration de la gangue. Ici le mélange des hydro-carbonates et du quartz est assez grossier; cependant, quelques éclats bleus de cette gangue conservent une transparence assez nette.

Cette persistance de la diaphanéité, en dépit du mélange de deux matières, qui évidemment ne contractent l'une avec l'autre aucune combinaison chimique, est bien plus manifeste dans les parties rouges du quartz. De certaines fissures de l'échantillon j'ai pu extraire un petit prisme de quartz, terminé à son extrémité libre par une pyramide à six faces. La région prismatique du cristal est d'un beau rouge purpurin et parfaitement limpide. La pyramide est incolore. Autour de ce cristal s'en trouvaient un assez grand nombre, engagés dans la masse, tous plus ou moins rouges. J'ai choisi parmi ceux-ci quelques fragments que j'ai pulvérisés. La poussière ne contenait pas de soufre ni de sulfure; traitée par l'acide azotique que je versais goutte à goutte dans le mortier où je la produisais, elle abandonnait à l'acide assez de matière colorante pour communiquer à l'ammoniaque en excès une couleur incontestablement bleue.

J'ai pu aussi obtenir avec le prussiate jaune de potasse le précipité de couleur marron, qui caractérise les sels de cuivre. Le quartz est donc ici coloré en rouge purpurin par du cuivre oxydulé; il est teint par cette matière, sans perdre sa transparence d'une part, et, d'autre part, sans contracter avec elle une combinaison pareille à celle qu'on est en droit d'attribuer au cuivre oxydulé dans les verres qu'il colore de la même nuance.

On n'a pas encore un grand nombre de notions bien complètes sur la coloration des pierres; la synthèse pourra sans doute élucider beaucoup cette intéressante question; un savant illustre a montré par l'expérience que ces métaux en particules très-petites peuvent devenir des matières colorantes; l'obser-

vation consignée dans cette note prouve que les oxydes métalliques peuvent aussi, à l'état libre, colorer les milieux auxquels ils se mêlent.

Le Secrétaire lit la note suivante de M. Ébray :

De la manière dont se terminent vers l'Est les montagnes du Beaujolais; par M. Th. Ébray.

Les points culminants de la chaîne du Beaujolais atteignent en moyenne l'altitude de 900^{m}; les cols de cette même chaîne s'élèvent à une hauteur moyenne de 700^{m}, ce qui donne pour l'altitude générale et moyenne le chiffre de 800^{m}.

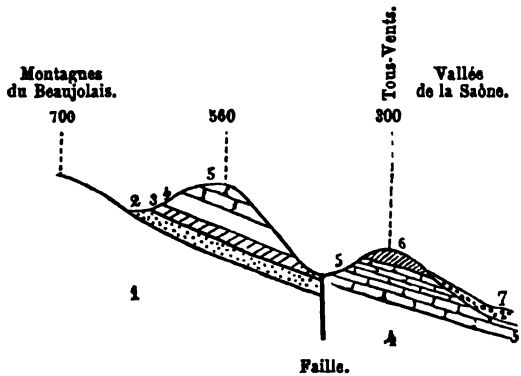
La Loire à la cote de 260 étant à 28 kilomètres du faîte, la Saône à la cote de 170 étant à 26 kilomètres de ce faîte, on obtient d'une part une inclinaison de 0^{m},019 par mètre, d'autre part une inclinaison de 0^{m},024.

Le versant qui regarde la Saône est donc plus abrupt que celui qui regarde la Loire.

Nous savons que la plupart des montagnes sont dans des conditions analogues; M. Élie de Beaumont a déjà constaté, sans cependant en découvrir la cause, que le versant occidental du Morvan est plus abrupt que le versant oriental; nous avons fait voir que ce fait provenait de l'influence de la faille du Morvan (*Nullité du système de soulèvement du Morvan. Bulletin de la Soc. géol.*, 1867), dont la lèvre occidentale est très-abaissée par rapport à la lèvre orientale. Les sommités qui se dirigent de la Voulte à l'Escrinet se terminent brusquement vers le sud-est par une faille sur laquelle nous avons appelé l'attention des géologues; il en est de même pour le plateau central vers Saint-Amand (*Bulletin de la Soc. géol. de France. Stratigraphie du système oolithique inférieur du département du Cher*); enfin les Alpes occidentales résultent d'un système fort important de ruptures décrites par M. Lory et se terminent vers l'ouest par un versant abrupt communiquant à une longue faille que nous avons fait connaître dans le *Bulletin* (séance du 18 février 1867).

Si la chaîne beaujolaise se termine plus brusquement à l'est, il faut en rechercher la cause dans une rupture importante, presque parallèle à la Saône, que je désignerai par faille orientale de la chaîne beaujolaise.

Le diagramme ci-dessous donne la disposition des couches suivant une ligne reliant Tous-Vents au Saul-d'Oingt.



1° Schistes carbonifères; 2° trias; 3° infra-lias; 4° lias; 5° calcaire à Entroques; 6° grande oolithe; 7° terrain tertiaire et alluvions.

La montagne située à l'ouest du Saul-d'Oingt se compose de schistes carbonifères traversés par des filons de porphyre granitoïde; elle est flanquée de massifs triasiques plongeant, comme les autres couches, vers l'est. Le trias est recouvert un peu plus loin par les terrains liasiques; ceux-ci se terminent en un îlot de calcaire à Entroques qui s'est maintenu à l'altitude de 560^{m}.

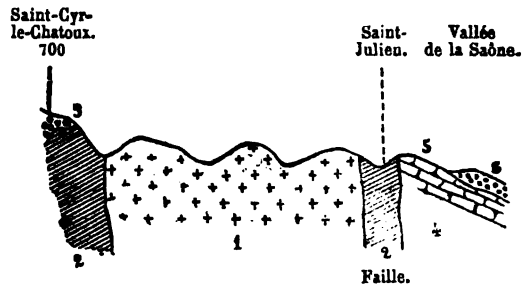
Toute cette série est brusquement interrompue à l'ouest de la colline Tous-Vents par une faille qui établit un contact anormal entre l'infra-lias et les parties supérieures du calcaire à Entroques; ce dernier est recouvert vers la Saône par la grande oolithe et les terrains tertiaires.

Comme on le voit, la faille fait disparaître toute la série liasique et une grande partie du calcaire à Entroques, c'est-à-dire une masse d'environ 200^{m}. De là la différence d'altitude qui existe entre les points culminants situés de chaque côté de la faille; elle prouve que les dénudations ont raviné les deux lèvres dans des proportions à peu près égales.

La figure suivante donne une coupe dirigée est-ouest et passant par Saint-Julien :

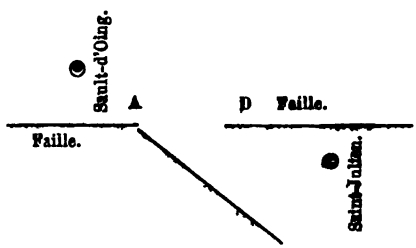
1° Granite syénitique; 2° schistes carbonifères; 3° poudingues; 4° lias; 5° calcaire à Entroques; 6° terrains tertiaires.

Les sommités de Saint-Cyr-le-Chatoux sont occupées par les poudingues du terrain anthracifère reposant sur les schistes carbonifères; à un kilomètre vers l'est le granite syénitique



forme un dyke de 6 kilomètres de largeur; cette roche est un assemblage de cristaux d'orthose, de mica, de quartz noyé par endroits dans une pâte d'ailleurs peu abondante; on constate aussi la présence d'un feldspath du sixième système et des cristaux d'amphibole.

Vers Saint-Julien reparaît le schiste carbonifère sous forme d'un lambeau très-mince touchant par un contact anormal au calcaire à Entroques surmonté par la grande oolithe et les terrains tertiaires.

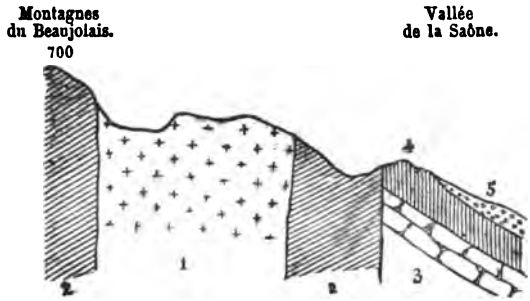


Quoique la faille de Saint-Julien soit le prolongement de la précédente, leur raccordement se fait d'une manière particulière ainsi :

La faille de Saul-d'Oingt s'infléchit en A pour se perdre en C sous les terrains tertiaires, et la faille de Saint-Julien commence en D pour se continuer plus loin vers le nord.

La figure ci-dessous donne une coupe est-ouest passant par Odenas.

1° Porphyre syénitique; 2° schistes carbonifères; 3° calcaire à Entroques; 4° grande oolithe; 5° terrains tertiaires.



A quelques kilomètres à l'ouest d'Odenas on trouve la salbande du gros filon de porphyre granitoïde qui se poursuit suivant sa largeur jusque vers le château de Pierreux; là se trouve la deuxième salbande du filon à la suite de laquelle affleurent de nouveau les schistes carbonifères; la faille met ces derniers en contact avec les calcaires de la grande oolithe que l'on voit affleurer par places entre Charentay et la Pilonnière.

La dislocation dont nous nous occupons se continue du côté de Lancié, où l'on relève une coupe presque identique avec la précédente; puis elle passe à Romanèche, où elle disparaît sous les alluvions de la Saône et les terrains tertiaires.

Dans cette dernière localité le lias bute contre le granite syénitique et le joint de la faille a été postérieurement rempli par des émissions de manganèse.

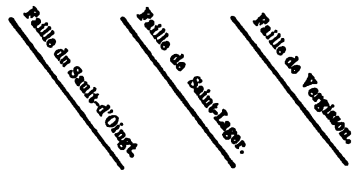
Quoique cette dernière faille disparaisse sous les alluvions de la Saône, c'est encore le régime faillé qui sépare de la plaine les montagnes du Beaujolais. Une autre rupture prend naissance au sud de Bussières en formant les escarpements pittoresques de Vergisson, de telle sorte que l'ensemble des failles finit par former un système en retraites successives conformément au croquis suivant :

Le côté occidental des montagnes du Beaujolais se termine aussi par un système de failles; mais ces failles sont peu profondes; on peut d'ailleurs, pour se rendre compte de leur importance, consulter notre note « Sur les terrains jurassiques du département da la Loire. » (*Bulletin de la Soc. géol.*, 1863).

Il est donc très-probable qu'après les premières dislocations

qui ont permis au granite syénitique et au porphyre quartifère d'arriver au jour, il s'est produit à l'est et à l'ouest de la région occupée aujourd'hui par les montagnes du Beaujolais

Montagnes du Beaujolais.



Axe de la vallée de la Saône.

des affaissements plus profonds à l'est qu'à l'ouest, et que ces montagnes traversées par de nombreux filons peu inclinés sont des parties restées en saillie sur les régions environnantes.

Les petites failles se dirigeant environ sud-nord que nous avons signalées aux environs de Charlieu paraissent cependant n'être que l'origine d'un système de ruptures qui se prolonge en prenant sans doute de l'importance sous les terrains tertiaires jusqu'au pied de la chaîne de la Madeleine (département de la Loire).

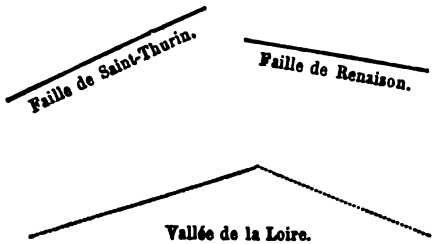
La séparation du porphyre et des terrains tertiaires qui s'opère entre Villemontais et la Pacaudière, suivant une ligne droite presque mathématique, l'existence sur cette ligne droite des sources minérales de Saint-Alban, de Renaison et de Saille-Château, démontrent bien qu'il existe le long de cette ligne une rupture profonde, de même âge probablement que celle déjà décrite avec beaucoup de détail par M. Gruner, sous le nom de faille de Saint-Thurin.

Cette dernière n'est pas exactement parallèle à la première, mais ce n'est pas une raison suffisante pour nier le synchronisme.

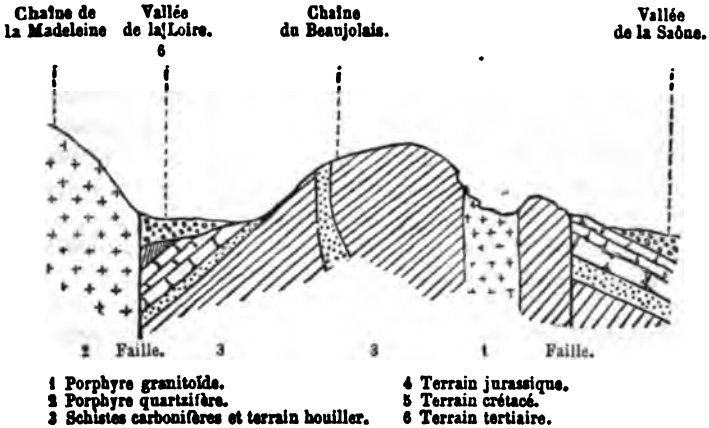
Nous retrouvons en outre ici le phénomène déjà observé à l'est de la chaîne beaujolaise; la faille de Saint-Thurin fait avec celle de Renaison un redan, conformément au croquis suivant :

La disposition générale de l'écorce de la terre entre la chaîne de la Madeleine et la chaîne du Jura peut donc être représentée par le diagramme suivant :

L'existence du terrain crétacé sous les terrains tertiaires n'est qu'une hypothèse; elle me paraît cependant probable, car



j'ai rencontré dans l'argile à chailles du département de la Loire des fossiles crétacés qui proviennent sans doute de la destruction de ce terrain par les courants diluviens.



Nous savons d'ailleurs que d'autres vestiges de la période crétacée existent sur le versant occidental de la chaîne beaujolaise; ces accumulations de galets et de spongiaires crétacés ont été, il est vrai, assimilés par M. Manès, ingénieur en chef des mines, à une roche éruptive (Carte géologique du département de Saône-et-Loire), mais les travaux récents de MM. de Ferry et Berthaud, ainsi que les miens, ont mis hors de doute la nature crétacée de ce terrain.

Les failles peuvent être considérées comme la cause première de l'orographie actuelle de la chaîne de la Madeleine, de la

plaine du Roannais, des montagnes du Beaujolais, de la vallée de la Saône et même des montagnes du Jura; leur disposition générale indique qu'elles sont toutes concomitantes d'une dislocation synchronique; aussi, pour cette raison, et pour d'autres plus générales que nous avons déjà fait connaître dans nos travaux antérieurs, nous repoussons cette multitude d'âges qu'on ne prouve que par des considérations géométriques, c'est-à-dire par les parallélismes de quelques sommets avec les directions des systèmes de montagnes établis par M. Élie de Beaumont.

Nous ne reconnaissons, entre la Madeleine et les montagnes du Jura, les traces que de trois époques de cataclysmes ayant peu contribué à l'orographie actuelle, celle qui se manifeste par les fentes remplies à l'époque de la formation des schistes carbonifères et des grès anthracifères, celle indiquée par les gros filons de quartz postérieurs aux porphyres quartzifères et granitoïdes, mais antérieurs aux terrains jurassiques, et celle beaucoup plus récente ayant eu pour résultat la production des failles dont nous nous sommes occupé.

Les premières dislocations n'ont formé que des protubérances peu élevées en rapport avec la faible épaisseur de l'écorce de la terre et dont les reliefs ont été effacés par l'action beaucoup plus profonde des failles post-crétacées; celles-ci se sont effectuées à une époque où l'épaisseur de l'écorce, étant déjà plus considérable, a permis que des montagnes plus élevées pussent se former.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Sautier :

De l'étage rhétien (zone à Avicula contorta) aux environs de Langres (Haute-Marne); par M. A. Sautier.

Le mémoire de M. Levallois, imprimé en 1864, sous le titre: *Les couches de jonction du trias et du lias dans la Lorraine et la Souabe*, etc. (1), a complétement élucidé la question relative à la *zone à Avicula contorta*. Aujourd'hui, s'il reste encore quelques points controversés, il n'est pas moins vrai que les limites

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXI, p. 384,

de la zone dont il s'agit sont très-bien définies, qu'elles sont admises par la presque unanimité des géologues, et qu'il y a tendance marquée à considérer cette zone comme un étage distinct, pour lequel M. Gümbel a proposé le nom de *Rhœtische gruppe* (*étage rhétien*).

Quant à décider si cet étage doit être rangé dans la série jurassique, s'il doit, au contraire, être considéré comme le dernier terme du trias, ou enfin, s'il forme un étage à part entre ces deux puissantes formations, c'est une question qui donne lieu encore à de vives discussions et qui, pour être tranchée d'une manière définitive, exigerait peut-être, comme l'a indiqué M. Levallois (1), la comparaison des fossiles du nouvel étage avec ceux du keuper (étage saliférien d'Alc. d'Orbigny) de la même contrée. Malheureusement les recherches faites jusqu'ici dans le keuper, en France, n'ont pu fournir que des données paléontologiques insuffisantes, et l'on en est réduit à la seule comparaison de la faune rhétienne avec celle de l'étage supérieur.

Toutefois, faute de ce criterium, on aurait tort de négliger absolument les ressources que peuvent offrir la stratigraphie et la pétrographie. On peut encore tirer un bon parti de l'étude détaillée des couches de l'étage qui nous occupe, surtout vers ses limites, à sa jonction avec les terrains entre lesquels il est compris. On pourra du moins, en profitant des accidents de terrain, des exploitations de carrières, où la série des couches set nettement accusée, constater, dans l'étendue des explorations, le mode de répartition des fossiles dans les diverses couches, et, parmi celles-ci, quelles sont celles qui offrent le plus de constance dans leur composition et leur épaisseur, et celles qui sont, au contraire, variables, qui se développent aux dépens les unes des autres et qui peuvent même se remplacer entièrement. Si ces études locales étaient suffisamment multipliées, il serait possible de suivre de proche en proche, et jusqu'à de grandes distances, les mêmes assises ou celles qui en tiennent lieu, et l'on aborderait alors plus facilement les régions où la série des couches est moins distincte et présente des caractères exceptionnels. Un nouveau pas serait ainsi fait vers la solution du point litigieux.

C'est cette étude de détail que j'ai essayé de faire dans la

(1) *Loc. cit.*, p. 429.

Haute-Marne, aux environs de Langres, sans me dissimuler que ce travail n'offrirait sans doute qu'un intérêt secondaire, mais dans la pensée qu'il servirait du moins à montrer que l'étage rhétien est ici parfaitement caractérisé et renferme, sur certains points, un *bone-bed* (1) aussi remarquable que dans le Wurtemberg et en Angleterre.

Les coupes que nous donnons ci-dessous ont été relevées dans des carrières de meules à aiguiser et sont échelonnées sur une zone de peu de largeur, dans un alignement moyen du nord-est au sud-ouest, depuis Provenchères, vers les sources de la Meuse, jusqu'à Chalindrey, en passant par Saulxures, Marcilly, Serqueux, Hortes et Torcenay. Ces coupes ont, d'ailleurs, été choisies de manière à faire ressortir les variations qu'ont subies certaines couches de l'étage, même dans une zone aussi restreinte.

Carrières de Provenchères (rive droite de la Meuse), à 22 kilomètres au nord-est de Langres (1) (fig. 1).

Ces carrières offrent, de haut en bas, la succession des couches suivantes :

A. Terre végétale, marneuse, jaunâtre, de $0^m,30$ à $0^m,40$ d'épaisseur.

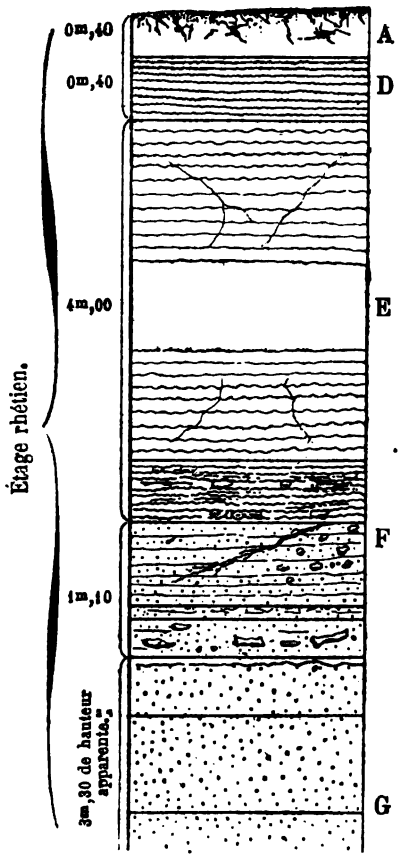
D. Argile verte ou bleuâtre, schistoïde, sans fossiles, de $0^m,40$ d'épaisseur environ ; elle est quelquefois assez onctueuse pour qu'on l'ait employée comme terre à foulon dans la fabrication des draps grossiers.

E. Argile rouge lie de vin, grossièrement schistoïde, sans fossiles. Cette assise, dont l'épaisseur varie de $3^m,00$ à $4^m,50$, paraît fracturée en sens divers et se divise en fragments irréguliers. On y remarque assez souvent des filets minces et discontinus d'argile verte, ainsi que de petits cailloux, noirs, bruns ou jaunâtres, en général calcaires, plus rarement blancs et quartzeux. Ces cailloux, empâtés dans l'argile et plus ou moins arrondis, offrent la même composition et les mêmes nuances

(1) Dans le courant de cette note, l'expression *bone-bed* n'est employée que dans son sens littéral et sans lui donner l'extension d'*étage*, comme on le fait quelquefois.

(1) Les distances sont mesurées en ligne droite d'un point à l'autre, sans tenir compte des sinuosités des chemins.

de couleur que ceux des poudingues de l'assise inférieure, et proviennent sans doute de la destruction partielle de ces poudingues.



F Assise d'environ 1m,10 d'épaisseur, de composition très-variée, et particulièrement remarquable par les restes organisés qu'elle renferme.

La partie supérieure de cette assise, sur une hauteur de 0m,40 à 0m,50, est constituée par une argile verdâtre, grossière, empâtant quelques cailloux roulés, comme l'assise F, et sans fossiles.

Vient ensuite une couche d'environ 0m,30 d'épaisseur, que les carriers nomment *crassier supérieur*, et qui renferme de minces plaquettes, superposées les unes aux autres, de manière à former au milieu de l'argile enveloppante des espèces de lentilles plus ou moins longues et aplaties. Rien de plus variable, d'ailleurs, que la couleur, la texture et la dureté de ces plaquettes, dont les surfaces ondulées sont presque toujours séparées par une couche papyracée d'argile verte. On les voit passer d'un grès relativement fin et dur à un grès argileux, grossier, à peine cimenté, puis à des poudingues plus ou moins résistants, formés de cailloux généralement calcaires et de grosseurs variées, mais ne dépassant guère le volume d'une noix. On trouve aussi à ce niveau des plaques occupant parfois toute la hauteur (0m,30) de la couche ; ce sont des rognons calcaires, tantôt magnésiens et scoriacés, rappelant, à s'y méprendre, certaines dolomies jaunâtres du keuper, tantôt plus ou moins sableux, et

prenant à l'intérieur l'aspect d'une sorte de brèche, dont les éléments, nuancés de jaune et de gris bleuâtre, sont assez peu distincts. Ces rognons sont fréquemment enveloppés d'une gangue poudinguiforme de quelques centimètres d'épaisseur.

Les plaquettes et les poudingues ont leurs surfaces tapissées d'écailles de poissons, de dents et de menus ossements, mêlés à de nombreuses empreintes de coquilles bivalves, et quelquefois leur pâte en est en quelque sorte pétrie. C'est le niveau supérieur du *bone-bed*.

En dessous reparaît l'argile verte, empâtant encore quelques lits de plaquettes gréseuses, d'un gris jaunâtre, parfois souillé de taches verdâtres. Cette petite couche, de $0^m,15$ d'épaisseur au plus, ne renferme que quelques bivalves et passe insensiblement au grès roux, grossier, qui forme la base de l'assise.

C'est dans ce grès ferrugineux qu'abondent les dents et les ossements; ils y sont mieux conservés que dans les plaquettes supérieures, et quelques-uns présentent de grandes dimensions. On y trouve aussi beaucoup de bivalves et des cailloux plus ou moins arrondis, tantôt disséminés, tantôt agglomérés en poudingues. C'est le *crassier inférieur* des carriers; c'est la base du *bone-bed*, dont l'épaisseur est de $0^m,20$ à $0^m,25$ et qui paraît avoir fourni une partie de ses éléments aux couches supérieures. La ligne qui le sépare de l'assise G sous-jacente est mal accusée et offre de nombreuses sinuosités.

G. — Grès, blanc verdâtre ou bleuâtre, composé de très-petits grains de quartz agrégés par un ciment argilo-siliceux peu abondant. Ce grès, où l'on remarque quelques paillettes de mica blanc, est d'une consistance médiocre, mais il durcit à l'air. Il se montre en bancs de $0^m,40$ à $0^m,60$ d'épaisseur que l'on exploite activement pour la fabrication des meules à aiguiser.

Les bancs sont séparés par des feuillets d'argile verdâtre, à peine visibles sur la tranche, mais les surfaces de séparation sont parfois tapissées d'empreintes sinueuses et contournées, qui sont peut-être des empreintes de Fucoïdes. On y trouve aussi des restes de plantes dicotylédonées de la classe des gymnospermes. Ces surfaces, d'ailleurs, ne sont pas toujours planes; assez souvent, vers le haut de l'assise, elles sont largement ondulées et rappellent, ainsi, que le dépôt s'est formé sous l'influence des ondulations des vagues. A part ces rares débris végétaux et quelques petites dents fines et aiguës, les fossiles sont

très-rares dans les bancs de grès exploités. A la partie supérieure de l'assise, au contraire, où le grès devient grossier, grisâtre, se salit de taches ferrugineuses et marque ainsi la transition avec le grès roux de l'assise F, les fossiles deviennent abondants. En certains points, les coquilles sont tellement agglomérées, les petites bivalves surtout, qu'elles constituent de larges plaques lumachelliques.

L'exploitation des bancs de grès, qui peuvent fournir des matériaux propres à l'industrie, ne s'étend pas au delà de $3^{m},00$ en profondeur et n'atteint pas la base de l'assise; il n'est donc pas possible d'en mesurer l'épaisseur, ni de reconnaître les assises sous-jacentes. Ce qui est certain, c'est que l'on voit les marnes irisées affleurer à quelques mètres au-dessous des carrières, dans un parallélisme complet avec les grès et les argiles de l'étage qui nous occupe.

FOSSILES.

Le *bone-bed* de Provenchères est si riche en fossiles qu'il renferme sans aucun doute des espèces et des genres nouveaux; mais, pour le moment, je ne puis entreprendre de déterminer les espèces de cette faune variée, faute de ressources bibliographiques suffisantes. Je me bornerai donc à la description de quelques-uns des fossiles les plus remarquables, en me contentant d'une indication sommaire pour le reste.

MAMMIFÈRES.

Ossements. — Parmi les diverses variétés d'ossements que l'on rencontre dans le grès roux qui forme la base de l'assise F, je signalerai un os claviculaire en forme de V, avec un prolongement partant du sommet de l'angle, sorte de longue apophyse se terminant en pointe et mesurant trois centimètres, tandis que les branches du V n'ont chacune qu'un centimètre et demi de longueur. Cette forme se rapproche de la clavicule ou os de la fourchette des oiseaux et s'en éloigne par l'excessive longueur de l'apophyse; elle me semble se rapporter à un genre de la famille des Marsupiaux, voisin des Ornithorhynques. Cet os, fragile et fort ténu, est incrusté dans un fragment de grès; il est en partie brisé dans le sens de la longueur et ne montre ainsi que sa section longitudinale, où l'on remarque un petit canal central, qui se bifurque en pénétrant dans les bran-

ches du V. L'écartement de ces branches est d'un centimètre environ, et la plus grande largeur de l'os, au sommet de l'angle du V où les branches se soudent, atteint à peine trois millimètres.

Dents. — On trouve, dans la même couche et dans les poudingues supérieurs, des dents incisives et des fragments de molaires. Ces dernières sont fort rares; ce sont des molaires triturantes, simples, à couronne plate et peu compliquée par les replis de l'émail, offrant en un mot tous les caractères des molaires des vrais rongeurs.

Les dents incisives sont plus communes et mieux conservées, quoiqu'il soit bien difficile de les avoir entières. L'un de mes échantillons, dont la racine est brisée à son extrémité, mesure encore 16 millimètres de longueur, dont 6 pour la couronne et 10 pour la portion restante de la racine. Cette dent est lisse et recouverte de toutes parts d'émail, dont la couche est plus épaisse sur la couronne que sur la racine; elle est à peu près quadrilatère dans sa coupe, comprimée sur les côtés, et bombée sur la face antérieure comme sur la face postérieure, avec une épaisseur de 4 millimètres environ. Le collet est marqué par un sillon prononcé, résultant de ce que la couronne et la racine offrent chacune un renflement sensible vers leur point de réunion sur la face antérieure. La couronne a 4 millimètres de largeur au collet et 5 millimètres à l'autre extrémité; sa face antérieure est fortement bombée et inclinée d'avant en arrière; sa face postérieure est taillée obliquement en biseau et creusée en cuillère, de façon que les bords sont saillants en forme de petits bourrelets. Ceux-ci se courbent circulairement en se rapprochant du collet et viennent y aboutir dans un petit sillon de 2 millimètres de longueur, creusé dans le milieu de cette face; à l'extrémité opposée, la couronne se termine par une arête mince et tranchante, un peu oblique sur l'axe de la dent et offrant en son milieu une légère échancrure, sorte de sinus correspondant au petit sillon longitudinal, ce qui donne à l'ensemble la forme d'une pince en bec-de-lièvre.

Ces diverses dents et d'autres analogues appartenaient incontestablement à des mammifères, et la plupart à une famille qui semble faire le passage de l'ordre des carnassiers à celui des rongeurs; mais ce n'est qu'avec doute que je les rapporte toutes à la famille des Marsupiaux, car les molaires plates et certaines incisives offrent de très-grandes analogies avec le système dentaire des véritables rongeurs. M. Jules Martin, dans un

ouvrage imprimé en 1865 et qui résume les matériaux publiés antérieurement sur l'étage rhétien (1), indique le Wurtemberg et l'Angleterre comme les seules contrées où des restes fossiles de Marsupiaux aient été constatés. Aujourd'hui, en présence des dents et des ossements que fournit le *bone-bed* de Provenchères, il faut admettre que des Marsupiaux et peut-être d'autres mammifères existaient également en France à la même époque.

REPTILES ET POISSONS.

Ossements. — Les reptiles et les poissons sont également représentés dans le grès roux par une grande variété d'ossements. Je me bornerai à citer :

Un fragment d'os méplat de $0^m,25$ de longueur, qui s'élargit en s'amincissant d'une extrémité à l'autre, et qui, dans le milieu, mesure encore $0^m,10$ de largeur sur $0^m,03$ d'épaisseur;

Plusieurs vertèbres. Les unes ont leurs facettes articulaires, antérieures et postérieures, à peu près planes ou légèrement concaves; chez d'autres, la concavité est plus prononcée, et quelquefois les sommets des deux cônes opposés, qui dessinent les facettes, sont excentriques par rapport à l'axe de la vertèbre, dont la forme est alors le plus souvent elliptique. Il en est d'autres enfin qui sont régulièrement creusées en cônes, se touchant presque par leur sommet, comme on l'observe dans les vertèbres des poissons. L'une de celles-ci offre un diamètre de $0^m,13$ sur une épaisseur de $0^m,05$.

Ichthyodorulites. — On en trouve à toutes les hauteurs du *bone-bed*. L'un de mes échantillons, recueilli dans le grès roux, est identique avec celui dont M. Levallois a donné le dessin (1), et appartiendrait ainsi à un *Hybodus*, Agass., nov. sp. ; mais ici il est associé à d'autres Ichthyodorulites, bien distincts les uns des autres et qui doivent être rapportés à des genres différents.

Écailles de poissons. — Elles sont très-abondantes et se montrent surtout à la surface des plaquettes et des poudingues Parmi ces écailles, quelques-unes sont rhomboïdales, brillantes, et ont l'émail marqué de stries irrégulières, très-fines, mais visibles encore à l'œil nu; leurs bords sont taillés en biseau, deux à la face supérieure et deux opposés à la face inférieure.

---

(1) Zone à *Avicula contorta* ou *étage rhætien*. État de la question, 1865.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXI, p. 440.

Celle-ci porte en outre une protubérance longitudinale qui la divise en deux parties inégales. Comme M. Renevier (2), je rapporte ces écailles au genre *Amblypterus*.

Dents. — On trouve partout, dans les plaquettes et les poudingues, dans le grès roux et à la partie supérieure de l'assise G, des dents de diverses sortes : des dents d'*Hybodus* parfaitement caractérisées, à cinq pointes ornées de fines côtes longitudinales partant de la base et plus ou moins infléchies, des dents polygonales, plates et entièrement pleines, des dents hémisphériques, des dents plates, arrondies et creusées en dessous, enfin, une grande abondance de dents coniques, plus ou moins comprimées et arquées, lisses ou striées dans le sens de la longueur, et généralement creuses à l'intérieur. Quelques-unes, cependant, sont pleines, fortes, à peine coniques et à pointe mousse très-large.

MOLLUSQUES.

A l'exception d'un petit fragment d'une valve d'*Aptychus*, je n'ai pas trouvé un seul représentant des familles des céphalopodes, des gastéropodes, ni des brachiopodes ; mais, en revanche, les acéphales ont laissé de nombreux débris à toutes les hauteurs du *bone-bed*, et il n'est pas rare d'y rencontrer des lumachelles en forme de lentilles aplaties. Parmi ces coquilles, je citerai : *Pholadomya corbuloides*, Desh., *Cypricardia*, nov. sp. ; *Cardinia mactroides*, Alb. ; *Schizodus Ewaldi*, Bornem. ; *Mytilus minutus*, Goldf. ; *Pecten valoniensis*, Defr. ; tous fossiles déjà indiqués par M. Levallois (1) dans l'étage rhétien de la Meurthe, et qui se trouvent ici associés à des dents et ossements, à des moules de Panopées, d'Anatines, de Vénus, de Cardium, de Gervilies, etc., dont le mauvais état de conservation rend difficile la détermination spécifique. Il ne m'a donc pas été possible, quoique j'eusse à ma disposition plusieurs moules de petites Avicules ou Gervilies sinueuses, de reconnaître avec certitude l'*Avicula contorta*, Portl.

---

(1) *Notices géologiques et paléontologiques sur les Alpes Vaudoises.* Infra-lias. Juin 1864, p. 16.

(2) *Loc. cit.*, p. 395.

VÉGÉTAUX.

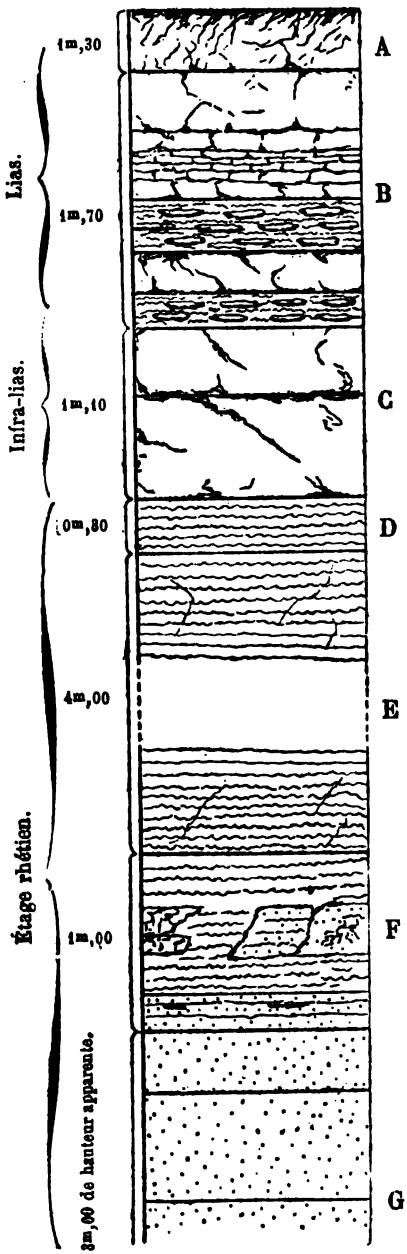
Les débris de plantes se montrent surtout dans les grès de l'assise G, où j'ai indiqué précédemment des empreintes d'Algues et des restes de plantes dicotylédonées gymnospermes. Ces dernières appartiennent à des familles analogues aux Cycadées et aux Conifères, et j'y ai recueilli deux échantillons de $0^m,30$ à $0^m,40$ de longueur qui m'ont paru se rapporter à des genres voisins des *Stigmaria*. Quelques-uns de ces échantillons ont conservé les traces bien apparentes d'une texture ligneuse; leur cassure en longueur est tantôt d'un brun noirâtre passant au gris jaunâtre, tantôt d'un noir brillant, passant au jayet, comme leur cassure transversale. Ils sont fragiles, tachant à la main, se fendillent facilement et sont, comme le grès lui-même, parsemés de très-petites paillettes de mica blanchâtre.

On trouve quelquefois à la surface des plaquettes de l'assise F des espèces de concrétions saillantes, très-singulières. Les unes arrondies, mamelonnées, sont disposées par rangées parallèles (*coprolithes?*); les autres, plus ou moins cylindriques et allongées, se ramifient et s'entre-croisent dans tous les sens, sous les dimensions les plus variables. Ces corps ne laissent apercevoir aucune trace d'organisation, et ce qui semble le plus probable, c'est qu'ils sont les débris d'Amorphozoaires, charnus et flexibles, mêlés peut-être à des végétaux marins.

Carrières de Provenchères (rive gauche de la Meuse) (fig. 2).

Ces carrières ne sont séparées de celles de la rive droite de la Meuse que par une distance de 500 mètres environ. Dans toutes, l'exploitation s'arrête avant d'atteindre les couches inférieures de l'étage rhétien; mais ce qui fait l'intérêt de la nouvelle coupe, c'est qu'on peut y étudier les relations de contact de cet étage avec l'étage supérieur.

Les assises G, F, E et D sont à peu près identiques dans les deux carrières. Il est à remarquer toutefois que le *bone-bed* est ici moins développé que sur la rive droite; que, si l'on y trouve encore de menus fragments d'os et des dents en abondance, les grands ossements y sont rares; enfin, que les plaquettes et les poudingues, si abondants dans l'assise F de la rive droite, tendent ici à disparaître et sont plus souvent remplacés par les rognons magnésiens, celluleux ou bréchiformes, déjà signalés au même niveau.



Au-dessus de l'argile verdâtre de l'assise D, où se termine la coupe de la rive droite, reposent, en stratification concordante, deux nouvelles assises, C et B, appartenant sans conteste à la série jurassique.

L'assise C, dont l'ensemble ne dépasse pas 1m,10 d'épaisseur, se compose de deux bancs d'un calcaire très-dur, un peu siliceux et grenu, dont la couleur varie du gris au brun et au bleu. Le banc inférieur, de 0m,50 à 0m,70 d'épaisseur, où le gris brun est la couleur dominante, est pétri de zoophytes (*Montlivaultia*, etc.), de Cardinies diverses (*C. sublamellosa*, Sow., etc.), mêlés à des Limes et à quelques gastéropodes (*Pleurotomaria hettangiensis*, Terqm., etc). On y trouve aussi un Nautile de grandes dimensions et plusieurs espèces d'Ammonites, notamment l'*A. angulatus*, Schl. Vers le bas, le calcaire devient sableux, et, à sa jonction avec l'argile D sous-jacente, j'ai recueilli l'*Ostrea irregularis*, Munst., avec une Pholadomye, un moule de *Myoconcha* et l'*A. planorbis*? Sow. Le banc supérieur, de 0m,40

d'épaisseur environ, où la couleur gris bleu domine, renferme les mêmes fossiles, mais ils y sont moins abondants. J'ajouterai qu'à la partie supérieure on rencontre quelquefois des Gryphées arquées associées aux Cardinies.

Ces deux bancs appartiennent évidemment à l'*infra-lias* proprement dit et, d'après les fossiles qu'ils renferment, ils représenteraient la zone à *A. angulatus* des auteurs allemands. Quant à la zone à *A. planorbis*, elle serait atrophiée et se réduirait à l'espèce de gangue sableuse qui, située à la partie supérieure de l'argile D, sert de base aux bancs calcaires C.

L'assise B, qui se superpose à l'*infra-lias* sur 1m 70 d'épaisseur, est formée de marnes et de calcaires durs, siliceux, d'un bleu foncé, en couches plus ou moins minces, où abondent les Gryphées arquées, mêlées à quelques gros échantillons de l'*A. bisulcatus*, Brug. C'est le lias à Gryphées arquées bien caractérisé, au-dessus duquel on ne trouve plus qu'une couche de 0m 30 de terre végétale, A.

Les assises B et C ne renferment plus de paillettes de mica, comme on en trouve partout dans les grès inférieurs.

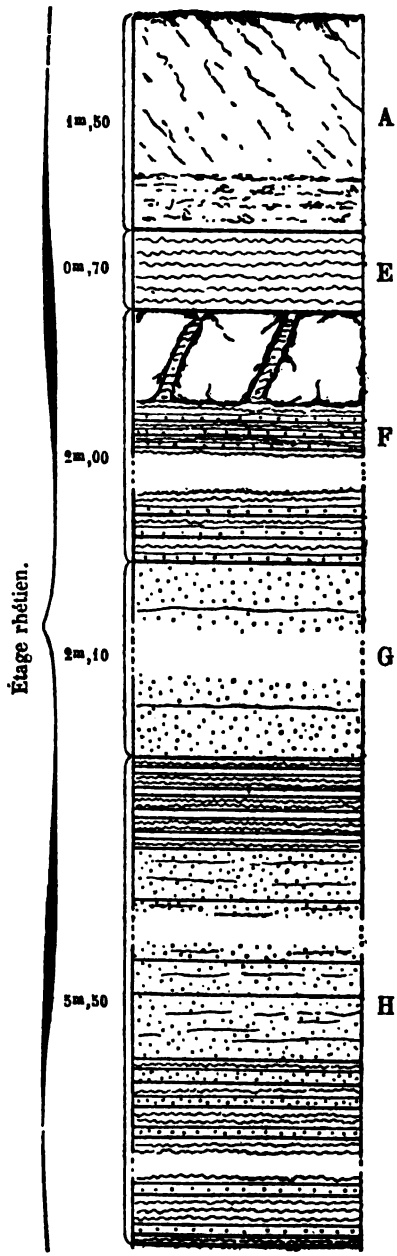
Carrière de Saulxures, à 7 kilomètres au sud-est de Provenchères et à 22 kilomètres à l'est-nord-est de Langres. (fig. 3.)

Nous venons de voir les relations de l'étage rhétien avec les assises qui le recouvrent; dans la carrière de Saulxures, fig. 3, au contraire, cet étage est incomplet à la partie supérieure et n'est pas recouvert, mais la partie inférieure est bien développée et les couches qui le relient aux marnes irisées, en concordance non interrompue, sont bien apparentes.

L'assise H, qui forme cette jonction, se compose d'alternances de grès et d'argile schistoïde, en couches qui varient de 0m 02 à 0m 30 d'épaisseur. Les grès sont grisâtres et plus abondants vers le haut; les argiles sont bleues, plus ou moins sableuses, et deviennent à leur tour prédominantes à mesure qu'on descend en se rapprochant des marnes irisées. Cette assise a 5m 50 d'épaisseur et je n'y ai point trouvé de fossiles.

L'assise G ne diffère pas, au point de vue pétrographique, de celles de même nom dans les coupes fig. 1 et 2; mais ici son épaisseur est réduite à 2m 10 et les fossiles paraissent manquer absolument.

L'assise F, au contraire, est plus développée et atteint jusqu'à 2m 00 d'épaisseur. Elle se subdivise en deux parties:



En bas, ce sont des lits alternants de grès grisâtre et d'argile schistoïde, bleue ou verdâtre, variant de 0m,02 à 0m,08 d'épaisseur, et dont l'ensemble offre une analogie parfaite avec la partie supérieure de l'assise H. Je n'y ai point trouvé de fossiles.

En haut, ces lits sont recouverts par une couche de gros blocs de grès calcaire, à angles arrondis, sortes de rognons un peu aplatis, en couche régulière de 0m,40 à 0m,60 d'épaisseur, et dont quelques-uns dépassent 1m,00 en longueur et en largeur. Ces blocs sont séparés les uns des autres par des intervalles de 6 à 8 centimètres, qui dessinent à la surface de la couche des sillons sensiblement rectilignes et parallèles, d'un aspect remarquable. Les intervalles sont remplis par une marne sableuse, jaunâtre, durcie, qui forme croûte autour des rognons; mais ceux-ci, à l'intérieur, offrent une teinte claire, gris bleuâtre, quelquefois marbrée par des veines blanchâtres de grès quartzeux. Souvent aussi on remarque au centre de ces blocs des espèces de noyaux calcareux, à l'apparence de brèche, nuan-

cés de gris violacé et de teintes jaunâtres plus ou moins foncées.

Les fossiles sont nombreux dans cette couche et les surfaces des rognons en sont quelquefois tapissées. Ils sont mieux conservés à l'intérieur des blocs et l'on y remarque de grandes Gervilies (*G. inflata*, Schafhaeutl), associées à des Gervilies plus petites et mieux contournées, et à d'autres fossiles : *Cardium cloacinum*, Quenst. ; *Mytilus minutus*, Goldf. ; *Avicula contorta*, Portl. ; *Pecten valoniensis*, Defr. ; *Discina Babeana*, Deslongch. ; (*Orbiculoidea Babeana*, d'Orb.); etc., etc. J'y ai recueilli également une pince de crustacé, mais je n'ai vu aucune trace du *bone-bed*.

L'assise E, de 0^m70 d'épaisseur, est constituée par une argile gréseuse, schistoïde, gris verdâtre ou roussâtre, sans fossiles.

L'assise A, qui termine la coupe, se compose d'une couche de menus fragments anguleux de grès et de calcaires, recouverts d'une couche de terre végétale jaunâtre et sableuse.

A Saulxures, les fossiles se sont donc concentrés à la partie supérieure de l'assise F.

Carrières de Marcilly, à 15 kilomètres à l'est un peu nord de Langres.

Ces carrières offrent la même succession de couches que les carrières de la rive gauche de la Meuse à Provenchères, fig. 2. Là, comme ici, la couche d'argile bleuâtre, D, de $0^m,30$ d'épaisseur, qui couronne l'étage rhétien, est recouverte par l'infra-lias et les calcaires à Gryphées arquées; mais l'argile rouge, E, sous-jacente, n'a plus ici que $1^m,80$ de puissance. L'assise F conserve son épaisseur de $1^m,00$, mais elle est plus sableuse qu'à Provenchères, et les rognons de grès calcaires, gris bleuâtre, intercalés dans l'argile, forment des bancs plus réguliers et moins discontinus; les plaquettes gréseuses ne se montrent guère qu'au bas de l'assise; les poudingues ont à peu près disparu; il en est de même du *bone-bed*, dont on ne retrouve plus d'autres vestiges que quelques rares petites dents, plates et arrondies, au contact même des grès de l'assise G. Ces grès sont de même nature que ceux de Provenchères et sont exploités comme eux, mais ils sont un peu moins résistants.

Le gisement des fossiles est à signaler. Ici, contrairement à ce qu'on observe à Saulxures et à Provenchères, c'est dans les

grès blanchâtres G que les restes organisés se sont concentrés, et l'on y trouve souvent des bancs entiers pétris de bivalves. On en trouve encore dans les plaquettes à la base de l'assise F, mais, au-dessus, on n'en voit plus trace. A l'exception des petites dents citées plus haut, tous les fossiles sont des mollusques acéphales *Cardinia mactroides*, Alb. ; *Cardium cloacinum*, Quenst., etc., en un mot, la plupart des bivalves signalées dans les carrières de Provenchères, et je n'ai pas pu davantage y reconnaître l'*Avicula contorta*, Portl.

Les débris de plantes, qui paraissent manquer à Saulxures, sont ici plus rares et moins bien conservés qu'à Provenchères.

Carrières de Serqueux, à 4 kilomètres de Bourbonne-les-Bains et à 35 kilomètres à l'est-nord-est de Langres (fig. 4).

A Serqueux, l'étage rhétien n'est pas recouvert, mais sa jonction en stratification concordante avec les marnes irisées sous-jacentes s'observe très-bien au sommet d'un petit ravin qui prend son origine dans les carrières mêmes.

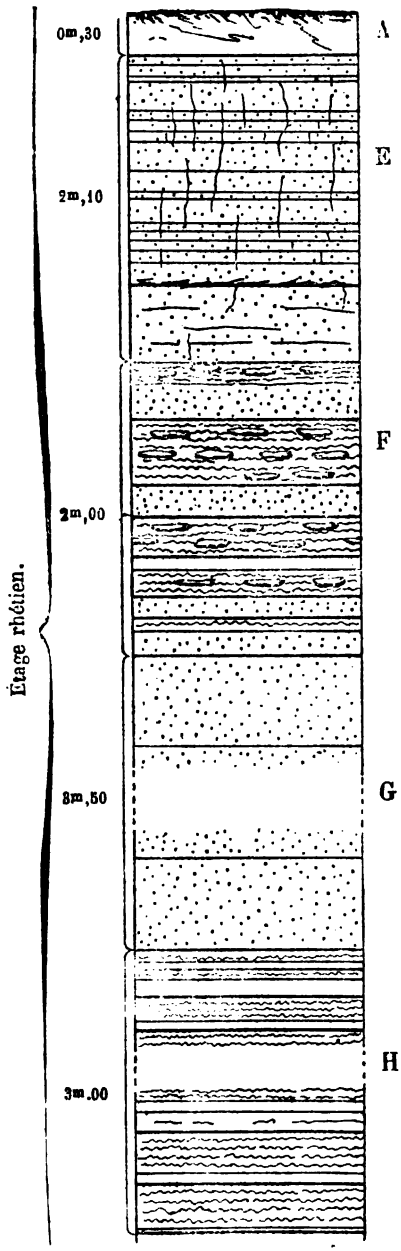
A la partie supérieure, les épaisses couches d'argile, D et E, des carrières de Provenchères et de Marcilly, dont on retrouve encore des indices à Saulxures au-dessus des gros rognons de l'assise F, ont ici complétement disparu et sont remplacées par des grès, qui deviennent ainsi prédominants dans toute la coupe. Voici, d'ailleurs, la succession des assises, de bas en haut :

I. Marnes irisées.

H. Couches alternantes et peu épaisses d'argile bleue, schistoïde, et de grès grisâtre, se délitant facilement, tout à fait analogues à celles de même niveau à Saulxures. Ensemble d'environ 3^{m},00 d'épaisseur, sans fossiles.

G. Assise de grès blanchâtre, analogue à celles de même nom dans les coupes précédentes. On y trouve quelques petites bivalves et de longues empreintes de plantes (*Calamites arenaceus*). 3^{m},50 d'épaisseur.

F. Alternances de grès et d'argiles schistoïdes, plus ou moins sableuses, en couches peu épaisses. Les grès sont grisâtres, jaunâtres ou bruns, et parfois leurs bancs s'amincissent de manière à former au milieu des argiles des lentilles très-allongées ; les argiles empâtent de minces plaquettes et sont verdâtres ou rougeâtres, en sorte que l'ensemble, de 2^{m},00 d'épaisseur environ, offre assez souvent un aspect irisé. Cer-



tains bancs de grès, à la partie supérieure surtout, deviennent celluleux et les cavités en sont tantôt vides, tantôt remplies d'un sable roux pulvérulent, ou d'une argile verdâtre avec traces de lignite.

E. Assise d'environ 2m,10 d'épaisseur. Elle commence par un gros banc de grès, qui se délite facilement en petites plaques et que surmonte une série de minces lits de grès, séparés par des couches papyracées de sable. Ces grès sont de couleur jaune rosâtre ou fauve.

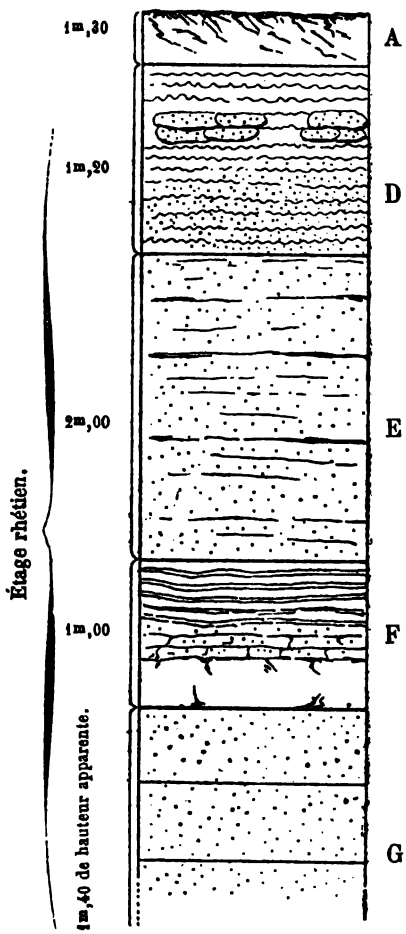
Au reste, la ligne de séparation des deux assises E et F n'est pas toujours nettement accusée, et il n'est pas rare de voir la couche d'argile située à la partie supérieure de l'assise F se développer aux dépens du gros banc de grès de l'assise E. Dans ces deux assises, les grès sont plus ou moins tendres, plus ou moins calcaires, et parsemés de petites paillettes de mica blanc, comme ceux de l'assise G. On y trouve à toutes les hauteurs des débris de végétaux associés aux Gervilies et aux petites bivalves caractéristiques de l'étage, mais

je n'ai pu y trouver l'*Avicula contorta*, et le *bone-bed* paraît manquer absolument.

A. 0m,30 de terre végétale jaunâtre et sableuse.

Carrière de Hortes, à 17 kilomètres à l'est de Langres et à 7 kilomètres au sud-sud-est de Marcilly (fig. 5).

L'exploitation de cette carrière est arrêtée; elle n'a mis au jour que la partie supérieure de l'étage rhétien et les gros bancs de grès de l'assise G sur une épaisseur d'environ 1m,40. Mais, un peu au-dessous de la carrière, on voit très-bien les couches inférieures, formées d'alternances de grès et d'argiles, reposer en stratification concordante sur les marnes irisées.



Ici encore, l'étage n'est pas recouvert, et, comme à Serqueux, les grès sont prédominants. On distingue, de bas en haut :

G. Grès blanchâtre, semblable aux grès de même nom dans les coupes précédentes, mais plus friable et très-riche en fossiles. Le *Discina Babeana*, Desl., s'y montre surtout en abondance et fort bien conservé. On y trouve en outre : *Myophoria inflata*, Emmrich; *Anatina Suessi*, Oppel; *Panopœa Keupero-liasina*, Martin; quelques débris de Gervilies et les petites bivalves habituelles, des genres *Schizodus*, *Cypricardia*, *Cardium*, etc.

F. Cette assise commence par un banc de $0^m,40$ d'épaisseur formé d'un calcaire argilo-sableux, jaunâtre, très-dur, quelquefois magnésien et scoriacé, comme certaines dolomies du keuper; la pâte en est grossière et salie par de larges taches de manganèse. Il supporte une série de minces plaquettes ondulées, d'un grès jaunâtre ou brun plus ou moins résistant, et séparées par de minces lits d'argile schistoïde, d'un gris jaunâtre. Cette assise, dont l'épaisseur est de $1^m,00$, renferme les mêmes fossiles que le grès blanchâtre G, et surtout de grandes Gervilies, parmi lesquelles on distingue facilement *G. inflata*, Schafh., et *G. præcursor*, Quenst. On y trouve aussi, mais fort rarement, quelques plaquettes d'un grès grossier, où j'ai remarqué de menus ossements et des fragments de dents, dernières traces du *bone-bed*, si bien développé dans les carrières de Provenchères, à 20 kilomètres au nord.

E. Assise de $2^m,00$ d'épaisseur, constituée par un grès roux, très-calcaire et généralement d'une faible consistance. Il est quelquefois tout moucheté de points noirs magnésiens et renferme de petites paillettes de mica blanchâtre, comme les grès inférieurs. En haut et en bas, l'assise se termine par de minces plaquettes; mais, au milieu, existent des couches de $0^m,40$ à $0^m,50$, qui se délitent d'ailleurs facilement. Ces grès, salis par des infiltrations de fer et de manganèse, renferment les petites bivalves signalées dans les assises F et G, et j'ai reconnu, dans les plaquettes supérieures, des moules de *Mytilus minutus*, Goldf., et d'*Avicula contorta*, Portl.

D. Assise de $1^m,20$ d'épaisseur. La partie inférieure se compose de plusieurs lits de minces plaquettes argilo-gréseuses, finement micacées et lustrées sur leurs faces, où les petites bivalves habituelles ont laissé leurs empreintes; on y remarque aussi ces corps longs, irréguliers, déjà cités, et qui, diversement ramifiés, se dessinent en saillies plus ou moins cylindriques. L'ensemble de ces plaquettes a $0^m,70$ de hauteur; leur couleur varie du gris bleuâtre au jaune rosâtre ou roux. Elles sont recouvertes par un ou deux bancs discontinus d'un grès quartzeux blanchâtre, très-dur, à texture fine et dont les grains sont comme soudés entre eux, en un mot, offrant toute l'apparence d'un quartzite. Ces bancs ont à peine $0^m,20$ centimètres de hauteur. Enfin, l'assise se termine par $0^m,30$ d'argile feuilletée, dure, sableuse, et, comme le grès quartzeux, sans fossiles.

Je n'ai revu ce banc de quartzite que dans les carrières de

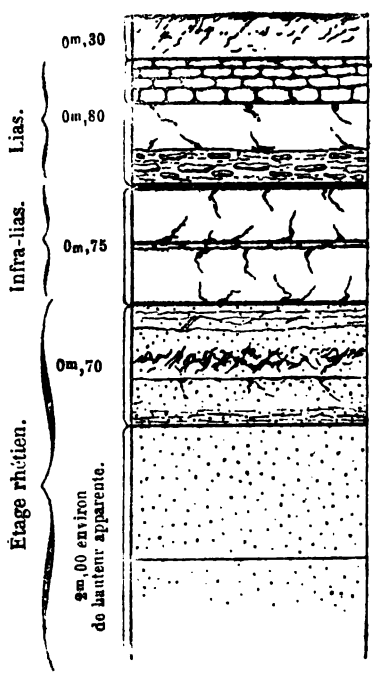
Celles, à 8 kilomètres plus au nord, où il occupe le même niveau.

A. 0m,20 de terre végétale jaunâtre.

Un fait à noter, c'est l'extension des limites de la faune en hauteur, extension plus marquée encore qu'à Serqueux. Ici, en effet, les fossiles sont abondamment répandus dans les assises G, F, E et D; à Serqueux, ils sont rares dans l'assise G et ne deviennent un peu nombreux que dans les assises F et E; mais à Provenchères, à Saulxures, à Marcilly, les limites de la faune se resserrent et les fossiles sont, pour ainsi dire, cantonnés dans une seule assise.

Carrières de Chalindrey, à 10 kilomètres au sud-est de Langres (fig. 6).

Nous terminons ces détails déjà bien longs par la coupe, fig. 6, d'une carrière très-voisine de la gare de Chalindrey. L'étage rhétien n'y laisse voir que sa partie supérieure, mais elle est particulièrement remarquable par le peu de développement qu'elle a pris en ce point, où cependant elle est recouverte en stratification concordante par l'infra-lias et les calcaires à Gryphées arquées. Voici, de bas en haut, la succession des couches apparentes :



G. Grès blanchâtre de même nature que ceux des coupes précédentes. Environ 2m,00 de hauteur apparente, où les débris de coquilles et de dents sont fort rares. A la partie supérieure ces grès se délitent en larges plaques, dont les surfaces sont quelquefois ondulées et recouvertes d'une feuille d'argile ver-

dâtre; on y trouve des traces de charbon, quelques débris de plantes et les ramifications saillantes, si fréquentes à ce niveau. On y trouve aussi ces empreintes tubuleuses, sur la nature desquelles on n'est pas encore fixé; sont-ce des restes d'Ophiures ou de Térébellaires? Ici, ces empreintes, dont le relief n'atteint pas un millimètre, ont été produites par des sortes de tubes, régulièrement cylindriques et d'une fort mince enveloppe, qui, comprimés dans l'épaisseur des strates, se sont aplatis et superposés sans ordre. Ces tubes ont communément de 4 à 5 centimètres de longueur sur 6 à 8 millimètres de diamètre; ils sont généralement droits, parfois un peu arqués, et n'offrent ni stries ni étranglements. Quelques rares anneaux, ronds et évidés à l'intérieur, se remarquent au milieu de ces singuliers débris.

L'assise se termine, en haut, par un grès tendre, roux, qui forme le passage à l'assise suivante.

F. Cette assise, dont l'épaisseur atteint à peine $0^m,70$, commence par un banc de grès argileux roussâtre, d'une consistance médiocre et se délitant facilement, auquel succède un grès calcaire, gris de fumée ou jaunâtre, passant à un calcaire plus ou moins magnésien et sableux, très-dur, tantôt scoriacé, tantôt compacte et empâtant quelques cailloux roulés, tantôt enfin à l'état de brèche et se nuançant alors de gris, de jaune nankin et de brun. Au-dessus, nouvelle couche de grès, d'un brun violacé, se délitant en minces plaquettes finement micacées et remplies de fossiles. Au reste, ces couches n'ont rien de constant dans leurs épaisseurs relatives et empiètent souvent les unes sur les autres. L'analogie de cette assise avec celles de même niveau à Provenchères, et surtout à Saulxures, est évidente.

Les petites bivalves caractéristiques, *Avicula contorta*, Port.; *Cardium cloacinum*, Quenst.; *Cardium rhæticum?* Mérion; *Cypricardia*, etc., sont répandus dans toute l'assise et surtout dans les plaquettes supérieures, où leur état de conservation est remarquable. On y trouve également un gastéropode presque microscopique, le *Natica Oppelii* Moore (*Nerita liasina*, Kredner); mais je n'y ai vu ni les grandes Gervilies, ni apparence du *bone-bed*.

C. Infra-lias proprement dit, constitué par deux bancs calcaires, l'inférieur de $0^m,45$, l'autre de $0^m,30$ d'épaisseur, qui offre la plus grande analogie avec ceux de Marcilly et de Provenchères (rive gauche de la Meuse), et renferme les mêmes fossiles.

B. Couches à Gryphées arquées, 0m,80 d'épaisseur.

Ici la différence des deux faunes, liasique et rhétienne, est d'autant plus frappante qu'elles se touchent pour ainsi dire. Ces deux faunes, en effet, superposées l'une à l'autre dans un parallélisme complet et sans qu'on puisse remarquer aucun indice de perturbation entre leurs dépôts réciproques, sont à peine séparées par quelques centimètres de sable argileux. Au-dessus, ce sont de grandes Cardinies, des gastéropodes, des céphalopodes, etc., dont les formes se dessinent en relief sur les bancs calcaires; au-dessous, ce sont de petites bivalves, *Avicula*, *Cypricardia*, *Cardium*, etc., qui s'éloignent tout à fait des formes supérieures, en sorte qu'il semble bien difficile de grouper dans la même série d'assises des faunes dont l'aspect général est si disparate. Au reste, la superposition immédiate de l'infra-lias à l'assise F n'est pas un fait exceptionnel et purement local; je l'ai observé dans la Haute-Saône, notamment à Vellemeufroy, à une distance d'environ 7 myriamètres de Chalindrey.

RÉSUMÉ.

Il ressort de l'étude des coupes qui précèdent :

1° Que l'étage rhétien est en parfaite concordance de stratification avec les terrains entre lesquels il est compris;

2° Que la puissance de cet étage n'excède guère 12 mètres.

3° Que la partie inférieure, depuis les marnes irisées (1) jusqu'aux gros bancs de grès exploités inclusivement (assises H et G), se fait remarquer par la constance de ses allures et la prédominance des grès, tandis que la partie supérieure (assises E et D) est excessivement variable dans sa composition et son épaisseur. A Provenchères, à Marcilly, en effet, le haut de l'étage offre un faciès argileux; à Serqueux et à Hortes, c'est un faciès gréseux; enfin, à Saulxures, les couches supérieures sont très-réduites, et, à Chalindrey, elles manquent complétement. L'assise F, qui, lorsque l'étage est complet, en occupe la partie moyenne, varie elle-même suivant les cas : plus marneuse avec le faciès argileux, plus arénacée avec le faciès gréseux. Toutefois, cette assise a son cachet particulier par les rognons dolomitiques, plus ou moins celluleux ou à l'état de

(1) Je n'ai donné aucun détail sur les marnes irisées, parce qu'elles ont ici leurs caractères habituels et n'offrent rien de particulier à signaler.

brèche, qu'elle renferme et qu'on n'observe qu'à ce niveau.

4° Que le gisement des animaux fossiles se trouve toujours dans les grès, mais n'y dessine pas un horizon constant, malgré le peu d'étendue de la zone explorée. Ainsi, à Marcilly, les fossiles sont cantonnés exclusivement, pour ainsi dire, dans l'assise G; à Provenchères, à Saulxures et à Chalindrey, dans l'assise F; mais à Serqueux et à Hortes, ils sont répandus dans toutes les couches gréseuses de l'étage, au-dessus de l'assise H.

5° Que le *bone-bed* se montre uniquement dans l'assise F, et qu'il n'est bien développé qu'à Provenchères, où le dépôt de cette assise se montre le plus tourmenté et renferme les couches les plus hétérogènes.

Les variations qui s'observent, à des distances si rapprochées, dans la nature et la puissance des couches supérieures, sont particulièrement intéressantes. Sans doute, on peut comprendre que ces couches aient été enlevées sur certains points par le fait de dénudations postérieures, comme à Saulxures, par exemple, où l'étage n'est pas recouvert; mais, à Chalindrey, où la zone à *A. angulatus* (1) recouvre immédiatement l'assise F, sans aucune trace de perturbation à la jonction des deux dépôts, il faut bien avoir recours à une autre explication. Ce qui paraît assez probable, c'est qu'après le travail de sédimentation relativement paisible des grès inférieurs, il s'est produit, durant le dépôt de l'assise F, des oscillations locales par suite desquelles certains points, Chalindrey, Torcenay, etc., sont restés émergés pendant que les couches supérieures se déposaient sur d'autres points; qu'il en est résulté des courants qui ont charrié à Provenchères les poudingues, les ossements et les argiles rouges, tandis que le travail de sédimentation des grès se continuait à Hortes et à Serqueux, où l'action de ces courants se faisait moins sentir; que, plus tard enfin, de nouvelles oscillations auraient abaissé les niveaux de manière à permettre le dépôt des calcaires de l'infra-lias. Le parallélisme des assises indique d'ailleurs que ces oscillations ont dû se produire d'une manière lente et continue, et n'ont donné lieu à aucun accident prononcé dans le fond de la mer où se sont superposées les différentes couches.

---

(1) Dans l'étude de mes explorations à Provenchères, à Marcilly, à Chalindrey, etc., la zone à *A. planorbis* paraît manquer, ou s'être réduite au point qu'il est difficile de la distinguer de la zone à *A. angulatus*.

Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, il est certain que les assises inférieures se lient aux marnes irisées sans trouble ni interruption; qu'à l'origine du dépôt de l'assise F, il s'est produit une certaine agitation, et que, par suite, les couches supérieures ont subi de notables variations dans leur nature et leur épaisseur, et qu'elles peuvent même manquer entièrement. De ce fait et du peu d'affinité de la faune rhétienne avec celle de l'infra-lias, je conclus que, dans l'étendue de la zone explorée, l'étage rhétien forme un groupe à part qui s'éloigne de la série jurassique pour se rattacher au système triasique.

Note sur l'étage de la gaize, par M. Albert de Lapparent.

Je désire appeler l'attention de la Société sur une assise du terrain crétacé supérieur dont l'importance, comme horizon géologique, ne me paraît pas avoir été suffisamment appréciée jusqu'ici. Il s'agit de la *gaize*, considérée comme le type des couches intermédiaires entre la craie glauconieuse et le gault.

On sait que la gaize présente un grand développement dans l'Argonne, où elle a été décrite pour la première fois par MM. Sauvage et Buvignier. C'est une roche tendre, poreuse, légère, offrant ce caractère particulier que la silice gélatineuse, c'est-à-dire directement soluble dans les alcalis, entre dans sa composition pour près de la moitié. La gaize forme un massif puissant de 105 mètres à Montblainville, qui disparaît au sud, près de Triaucourt; vers le nord la gaize change un peu de caractères et s'amincit notablement en passant de l'arrondissement de Vouziers dans celui de Rethel.

La véritable place de la gaize de l'Argonne, entre les sables glauconieux à *Pecten asper* et le gault proprement dit, a été reconnue pour la première fois par M. Raulin (1). Les auteurs sont beaucoup moins explicites sur la gaize de l'arrondissement de Rethel, que M. Buvignier regardait, en 1852 (2), comme très-différente de celle de Vouziers et comme représentant le gault. De même M. d'Archiac (3), en décrivant le grès gris d'Etréaupont, près de Vervins, rapporte à l'étage

(1) *Bulletin*, 2e série, I, 171.
(2) *Description géologique de la Meuse*, 532.
(3) *Description géologique du département de l'Aisne.*

du grès vert, en le plaçant sur l'horizon du gault, une roche tendre et légère qui n'est autre chose que la gaize des environs de Rethel.

De cette manière, la gaize de l'Argonne semblait constituer quelque chose d'exceptionnel dans l'allure du terrain crétacé supérieur. Aussi l'a-t-on décrite jusqu'ici comme une formation lenticulaire, qui se coince et disparaît avec rapidité aussi bien vers le nord que vers le sud.

L'objet de cette note est d'établir que si la gaize offre, dans l'Argonne, une épaisseur plus grande que partout ailleurs, elle se retrouve néanmoins dans les diverses parties du bassin crétacé, de telle sorte qu'il y aurait lieu de la considérer comme une assise constante, méritant d'occuper une place à part dans la nomenclature de la craie.

J'ai déjà signalé, dans un autre travail (1), la présence de la gaize dans le pays de Bray, où elle se présente avec des caractères minéralogiques tout à fait semblables à ceux qu'elle offre dans l'est et où elle contient les mêmes fossiles, dans le même état de conservation (*Ammonites inflatus*, *A. auritus*, *A. falcatus*, *Hamites*, *Pecten elongatus*, *Epiaster crassissimus*, etc.). Son épaisseur, dans cette contrée, est d'environ 30 mètres : elle devient de plus en plus argileuse vers le bas et passe insensiblement au gault. Au cap de la Hève, où le gault est peu développé, le système de la craie glauconieuse à silex repose sur 2 mètres d'une roche grise très-dure, rude au toucher, où les fossiles sont transformés en chalcédoine et qui contient quelques lits d'une marne micacée noirâtre. Analysée au bureau des Essais de l'École des mines, cette roche a fourni 88,3 de silice, 3,3 d'alumine et seulement 2,6 de chaux. Les fossiles sont les *Ammonites inflatus*, *A. auritus*, *Cardiaster bicarinatus*.

Il me paraît impossible de méconnaître dans la roche siliceuse en question, l'équivalent, devenu rudimentaire, de la gaize de l'Argonne et du Bray. Les principaux fossiles sont les mêmes, et si la silice n'est plus à l'état gélatineux, une modification de cet ordre n'a rien qui puisse surprendre dans un étage qui s'amincit de telle façon qu'après avoir eu 100 mètres d'épaisseur dans l'est de la France, il se réduit ici à 2 mètres.

Quant à la gaize qu'on observe dans les environs de Rethel et dans le nord du département de l'Aisne, diverses raisons me

---

(1) *Bulletin*, 2e série, t. XXIV, p. 228.

portent à croire qu'elle doit être rapportée au même niveau. D'abord ses caractères minéralogiques concordent avec ceux qu'on observe dans l'Argonne; en outre, beaucoup de fossiles lui sont communs avec cette région. C'est ainsi que nous y avons trouvé, tant à Etréaupont et à Luzoir, dans l'Aisne, qu'à Liart, dans les Ardennes, à côté de l'*Inoceramus sulcatus*, espèce du gault, les *Ammonites varians*, *A. Mantelli* et *Pecten asper*, espèces de la craie glauconieuse. Il paraît donc beaucoup plus naturel de voir dans cette roche le prolongement, peu modifié, de la gaize proprement dite, que de la considérer comme l'équivalent du gault, formation remarquable, en général, par la constance de ses caractères et par sa faible épaisseur.

Au sud de l'Argonne, les sédiments crétacés subissent une transformation marquée, et la gaize fait place à un massif argileux que des sondages ont traversé sur une grande épaisseur auprès de Vitry-le-François. Plus au sud, on trouve, dans la craie de Saint-Florentin, non seulement quelques espèces de la gaize, telles que l'*Ammonites falcatus*, mais encore le même faciès minéralogique, du moins en certains points, que dans l'Argonne. On sait aussi que M. Ebray (1) est disposé à voir dans les sables de la Puisaye et dans ceux des environs de Vierzon l'équivalent de la gaize, devenue, dans cette localité, une roche meuble, mais toujours siliceuse.

Voilà pour le bassin de Paris. A l'extérieur le même horizon se reconnaît en Suisse, dans le Valais, où M. Renevier (2) vient de l'observer à Cheville et à la Vraconne, avec des caractères tellement nets qu'il lui a paru nécessaire d'en faire un horizon particulier, celui de la *faune vraconienne*, marquée par le mélange des espèces albiennes avec les espèces cénomaniennes, mais ayant aussi un grand nombre d'espèces qui lui appartiennent en propre, comme l'*Ammonites inflatus*.

En Belgique, MM. Cornet et Briart ont signalé récemment (3) une roche qui se rencontre dans les puits de mines des environs de Mons, à Bracquegnies et à Bernissart, où on la désigne sous le nom de *meule*. C'est un grès composé de silice gélatineuse et dont la faune, d'un faciès albien, présente, au dire de ces savants, la plus grande analogie avec celle de Blackdown en Angleterre. On sait que les couches de Blackdown ont été jus-

(1) *Stratigraphie de l'étage albien*. (*Bulletin*, 2e série, t. XIX, p. 184.)
(2) *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, t. IX, p. 389.
(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XXII.

qu'ici assez difficiles à classer. Peut-être cette difficulté disparaîtrait-elle si l'on acceptait leur assimilation à la gaize avec la meule de Mons et les couches de Cheville.

En résumé, de nombreux indices se réunissent pour nous faire croire que l'horizon défini par la gaize des Ardennes, caractérisé, minéralogiquement par la silice gélatineuse et paléontologiquement par l'*Ammonites inflatus*, est continu et constant partout où la série crétacée est complète, en sorte qu'il mérite, suivant nous, d'être désigné à part et d'être colorié sur les cartes, au même titre, au moins, que les divers étages des *Micraster* et des *Bélemnites* méritent d'être distingués dans le grand massif de la craie blanche. Le nom qui conviendrait le mieux à cette assise nous paraît être celui de *gaize* ou *zone de* l'*Ammonites inflatus*.

PARIS. — IMPRIMERIE ÉDOUARD BLOT, 7, RUE BLECK.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A MONTPELLIER

(HÉRAULT).

Du 11 au 20 octobre 1868.

Les membres de la Société qui se sont rendus à cette réunion sont :

MM.
Ansted.
Arnaud (E.).
Beaudouin. (J.).
Belgrand.
Berthon (l'abbé).
de Billy.
Bimard (Aug.).
Bioche.
Boutin (E.).
de Boutiny (Ch.).
de Brignac (J.).
Cazalis de Fondouce (P.).
Collomb (Éd.).
Coquand.
Danglure.
Dieulafait.
Dumas (Emilien).
Fabre.
Faliès.
Foucou.
Frossard (le pasteur Ém.).
Gaudry (Albert).
Gervais (Paul).
de Grasset (Ch.).
Guyerdet.

MM.
Jaubert.
Lartet (Louis).
Laurent (Ch.).
de Lavernède.
Leymerie.
Marès (Paul).
Martins (Ch.)
Matheron.
Mâzuc.
de Mercey (N.).
Meugy.
Michel (Jules).
Morel de Glasville.
Mourlon (Michel).
Oustalet.
Pomel.
Reynès.
de Rouville (P.).
de Saporta (le comte G.).
Tardy.
Tournal.
Tournouër.
Vaillant (L.).
Velain.

Plusieurs personnes étrangères à la Société ont pris part aux excursions. Nous citerons :

MM.
Bazille (Louis).
Biche.
Bort.
Bouscaren (Alfred).
de Bronac, ingénieur des mines de Neffiez.
Caisso (le docteur).
Cayrolle (l'abbé).
de Cizancourt, ingénieur des mines.
Corbière (le pasteur).
Dellon, ingénieur des ponts-et-chaussées.
Dupin (Félix).
Donné, recteur.
Duponchel, ingénieur des ponts-et-chaussées.
Duval-Jouve, inspecteur d'Académie.
d'Espous (Aug.).

MM.
Hugonnenc.
Léenhardt (Frantz).
Le Mesle.
Léothéricien (le frère).
Maistre (Jules).
Melet.
Munier (Achille).
Planchon (J.-Em.).
Pomier-Leyrargues (G.).
Recolin (le pasteur).
Régy, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.
Renard (l'abbé), curé de Graissessac.
Sabatier.
Triadou.
Westphal (Alfred).
de Wolkoff (Nicolas).

Séance du 11 *octobre* 1868.

La Société s'est réunie le dimanche 11 octobre à 2 heures de l'après-midi, dans l'amphithéâtre de la Faculté des lettres, sous la présidence provisoire de M. Éd. de Billy, l'un des vice-présidents annuels de la Société.

M. le président, après avoir déclaré la session ouverte, remercie M. le doyen de la Faculté des lettres de l'empressement avec lequel il a mis à sa disposition l'amphithéâtre de cet établissement. Il invite ensuite les membres de la Société à procéder à la nomination du bureau de la session extraordinaire, qui se trouve ainsi constitué :

Président : M. DE ROUVILLE.

Vice-Présidents : MM. COQUAND, DE SAPORTA.

Secrétaires : MM. CAZALIS DE FONDOUCE, PAUL MARÈS.

Après avoir remercié ses confrères au nom du bureau, M. le président expose les motifs qui ont déterminé la Société à choisir cette année pour siége de la session extraordinaire le département de l'Hérault. Il annonce ensuite deux présentations et propose un programme d'excursions, qui est ainsi conçu :

JOURNÉE DU LUNDI 12 OCTOBRE.

Boutonnet. — Lavalette. — Montferrier. — Saint-Gély. — Grabels. — Caunelles.

7 heures du matin, départ en voiture du Peyrou (déjeuner dans le sac).

8 heures, départ de Lavalette. — 9 heures, départ de Montferrier. — 10 heures 1/2, arrivée à Saint-Gély. — Midi, départ de Saint-Gély. — 1 heure du soir, arrivée à Grabels. — 4 heures, arrivée à Caunelles. — 5 heures, départ pour Montpellier.

8 heures du soir, séance publique à la Faculté des lettres.

JOURNÉE DU MARDI 13 OCTOBRE.

Le matin : Plage. — Cordon littoral.

7 heures du matin, départ en voiture de la grille de l'hôtel Nevet.

8 heures, arrivée à Carnon. — 9 heures, départ pour Montpellier.

Le soir : Mollasse. — Tufs de Castelnau. — Sables de Montpellier.

11 heures 25, départ par le chemin de fer pour la gare de Saint-Aunès.

Midi, départ pour Vendargues. — 1 heure 1/2, départ pour le Crès. — 3 heures, Castelnau. — 4 heures, la Pompignane. — 5 heures 1/2, retour à Montpellier.

8 heures, séance publique à la Faculté des lettres.

JOURNÉE DU MERCREDI 14 OCTOBRE.

Départ de Montpellier pour la partie ouest du département.

(On ne revient plus à Montpellier).

6 heures du matin, départ en voiture de la grille de l'hôtel Nevet (déjeuner dans le sac).

9 heures et demie, souterrain du chemin de fer à l'ouest de Villeveyrac. — Midi et demi, abbaye de Vallemagne. — 1 heure du soir, rochers de Vallemagne, mas del Novi. — 4 heures, départ en voiture pour Pézenas. — 5 heures, colline de Marennes. — 7 heures, dîner à Pézenas. — 8 heures 35 minutes, départ par le chemin de fer pour Agde ; on couche à Agde.

JOURNÉE DU JEUDI 15 OCTOBRE.

Le matin : Région volcanique d'Agde.

6 heures du matin, départ en voiture pour le cap d'Agde. — 6 heures 1/2, sémaphore. — 8 heures 1/2, le cap et la conque. — 9 heures, retour à

Agde. — 10 heures 30 minutes, départ en chemin de fer pour Pézenas. — 11 heures 1/2, déjeuner à Pézenas.

Le soir : Marnes bleues, horizon de l'Elephas meridionalis.

1 heure du soir, départ pour Saint-Siméon et le Riége. — 5 heures, retour à Pézenas.

8 heures, séance publique à l'hôtel de ville de Pézenas.

JOURNÉE DU VENDREDI 16 OCTOBRE.

Trias et gypse. — Terrains paléozoïques de Neffiès et de Cabrières.

7 heures du matin, départ de Pézenas en voiture (déjeuner dans le sac).

8 heures, Roujan. — 9 heures, Moulin de Faytis. — 10 heures, Le Glauzy. — 3 heures du soir, mine de houille de Caylus (départ en voiture). — 4 heures, Combe d'Isarne. — 5 heures 1/2, arrivée à Cabrières.

On dîne à Cabrières et on y couche.

JOURNÉE DU SAMEDI 17 OCTOBRE.

Dévonien. — Jurassique.

6 heures 1/2 du matin, départ. — Ascension du pic de Cabrières. — 10 heures 1/2, retour à Cabrières et déjeuner. — Midi, départ en voiture pour Mourèze. — 1 heure 1/2 du soir, départ à pied pour Clermont. — 6 heures, arrivée et dîner à Clermont. — 8 heures 38 m., départ en chemin de fer pour Lodève. — 9 heures 25 m., arrivée et coucher à Lodève.

JOURNÉE DU DIMANCHE 18 OCTOBRE.

Permien avec végétaux. — Grès avec empreintes de Labyrinthodon. — Infra-Lias. — Lias. — Oolithe.

7 heures du matin, départ à pied (déjeuner dans le sac).

9 heures, La Tuilière. — 11 heures, Fozières. — Midi, Soubès (déjeuner). — 1 heure du soir, départ en voiture pour l'Escalette. — 5 heures 1/2, retour à Lodève.

8 heures du soir, séance publique à Lodève, à l'hôtel de ville.

JOURNÉE DU LUNDI 19 OCTOBRE.

Jurassique inférieur. — Basalte. — Trias. — Permien. — Houilles. — Granite.

7 heures du matin, départ en voiture de l'hôtel du Nord.

9 heures, l'Escandolgue. — 11 heures, le Bousquet d'Orb. (Déjeuner ; invitation de M. Simon, directeur de Graissessac). — 4 heures du soir, départ pour Bédarieux. — 6 heures, arrivée et dîner à Bédarieux.

8 heures du soir, séance publique à l'hôtel de ville de Bédarieux.

JOURNÉE DU MARDI 20 OCTOBRE.

Matinée, au choix des membres de la Société, à Graissessac ou à Lamalou.

(Séance de clôture à Béziers).

1. *Graissessac.* — Départ à 5 heures du matin (déjeuner à Graissessac) ; départ de Graissessac à 1 heure 15 m. pour Béziers.

2. *Lamalou.* — Départ par voiture à 7 heures, arrivée à huit heures à Lamalou. — 11 heures, retour par Bédarieux. — Midi, déjeuner à Bédarieux; 1 heure 35 minutes, départ pour Béziers; le soir, arrivée à Béziers à 4 heures (dîner à 6 heures).

SÉANCE DE CLOTURE A 8 HEURES, A L'HOTEL DE VILLE, A BÉZIERS.

Nota. — En cas de mauvais temps, la journée correspondante sera rayée du programme.

Sur la proposition de M. de Billy, l'assemblée vote à M. de Rouville des remercîments pour le soin et l'exactitude avec lesquels a été tracé ce programme, qui permettra aux membres de la réunion de voir ce que le département de l'Hérault offre de plus intéressant, tout en ménageant leur temps et leurs forces.

Après quelques observations, le programme proposé est adopté.

M. le Président annonce que le congrès scientifique de France ouvrira sa 35e session à Montpellier le 1er décembre prochain, et il invite les membres de la Société à assister à ces réunions.

Après la séance, la Société s'est transportée à la Faculté des sciences où M. de Rouville avait fait disposer par avance des représentants de toute la série des terrains que la Société était appelée à reconnaître dans le département; au nombre des échantillons qui l'ont le plus vivement intéressée, se trouvaient les plantes des tufs de Castelnau recueillies par M. Gustave Planchon, de nombreux représentants de crânes, d'os et de silex taillés trouvés par M. Boutin dans les grottes des environs de Ganges, des débris de palmacites et autres végétaux, découverts pour la première fois par M. de Rouville dans l'assise inférieure de la série lacustre du bassin de Saint-Gély, des ossements des divers vertébrés des sables supérieurs, du jurassique, du trias et du permien, enfin la série complète de tous les étages paléozoïques si curieusement ramassés autour du petit village de Cabrières. Les comptes rendus des courses donneront à ces divers échantillons leur véritable importance.

Séance du 12 *octobre* 1868.

La séance est ouverte à 8 heures du soir dans l'amphithéâtre de la Faculté des lettres, sous la présidence de M. de Rouville.

Sur l'invitation du Président, M. Ansted, secrétaire de la Société géologique de Londres, prend place au bureau.

M. Cazalis de Fondouce, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est adopté.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame provisoirement membres de la Société :

M. Molinié, agent voyer à Lunel (Hérault), présenté par MM. Boutin et de Rouville.

M. Cayrolle (l'abbé), à Béziers, présenté par MM. Hébert et de Rouville.

La Société reçoit :

De la part de M. Jacques Malinowski, professeur au collége d'Alais : *Essai historique sur l'origine et le développement progressif de l'exploitation du charbon de terre dans le bassin houiller du Gard*. In-8° de 36 pages.

De M. Cazalis de Fondouce : *Recherches sur la géologie de l'Égypte d'après les travaux les plus récents, notamment ceux de M. Figari-Bey, et le canal maritime de Suez*. Grand in-8° de 96 pages.

Le Président donne lecture d'une lettre de M. Gruner, qui exprime ses regrets de ne pouvoir assister aux réunions de la session extraordinaire. Il présente ensuite le dernier fascicule du *Bulletin* qui vient de paraître et annonce que MM. Régy et Dellon, ingénieurs des ponts-et-chaussées, offrent à la Société leur concours pour tout ce qui sera en leur pouvoir. Cette offre gracieuse est acceptée avec reconnaissance.

M. le Président rend compte dans les termes suivants de l'excursion faite dans la journée :

Compte rendu de la course faite à La Valette, Montferrier, St-Gély, Grabels, Foncaude et Caunelles; par M. de Rouville.

Voir Pl. VIII, fig. I. (at back)

Partie de la promenade du Peyrou, la Société a descendu la butte de sable qui constitue le monticule supportant Montpellier. Cette butte est formée de sable jaune marin, revêtu de marnes fluviatiles que recouvre un terrain détritique rougeâtre, avec cailloux siliceux et calcaires se rattachant aux phénomènes de transport.

Le sable jaune marin sera l'objet spécial d'une course ultérieure; les constructions empêchent de constater au Peyrou les assises recouvrantes; le faubourg de Boutonnet permet de voir ce sable, qui devient quelquefois dur et passe au grès, buter contre un très-faible abrupt d'une roche très-coquillière (*Pecten*, *Cardium*, *Ostrea*), connue dans le pays sous le nom de *calcaire moellon* et exploitée comme pierre de construction grossière dans les environs immédiats de Montpellier.

L'enclos Saint-Martin et le nouveau Sacré-Cœur, sur la route de Montferrier, tout près de l'octroi de la ville, sont situés au contact du sable et du calcaire moellon; ce dernier a fourni, dans les carrières ouvertes il y a quelques années pour la construction du Sacré-Cœur, un certain nombre d'oursins (*Echinolampas hemisphericus*, *Clypeaster marginatus*, etc., qui rappellent à ce niveau l'horizon des oursins de Malte. Un fait qu'il importe de signaler, c'est l'absence de ces mêmes oursins dans tous les autres gisements du même calcaire, si développé dans la région de Montpellier.

Le calcaire moellon, autrefois très-exploité au sortir du faubourg Boutonnet, a cessé de l'être depuis quelque temps; les carrières abandonnées sont aujourd'hui livrées à la culture et n'ont laissé d'autres traces qu'une série de dépressions dont l'existence se trouve naturellement expliquée par leur origine.

Le sol, relativement plat et horizontal jusqu'alors, devient sensiblement montueux; on gravit une légère ondulation, formée par des poudingues à ciment rougeâtre, dont la Société n'a pu, sur les lieux mêmes, constater la place dans la série géologique, mais que son prolongement vers l'ouest permet de rattacher à l'horizon de la brèche du Tholonet (terrain garumnien de M. Leymerie); ce poudingue, à couches relevées vers le Nord, constitue la falaise de la mer mollassique; c'est la barrière

que la mer tertiaire n'a jamais dépassée de ce côté de la région de Montpellier; au delà, les dépôts tertiaires sont exclusivement lacustres.

L'ondulation s'accentue davantage après deux ou trois centimètres; on gravit une colline, formée d'un calcaire compacte, blanc, marmoréen, dépourvu de fossiles, à couches massives relevées, plongeant vers le Sud, et supportant les assises de poudingues que l'on vient de traverser.

La stratification, peu distincte à la partie tout à fait supérieure, au point où la route descend vers la Combe de la Valette, fait bientôt place à un système mieux réglé de couches plongeant également vers le Sud et dont les caractères pétrographiques ont, en l'absence de tout fossile, fixé provisoirement la place au niveau de l'oxfordien supérieur; la partie plus marmoréenne supérieure représenterait le corallien; ces deux horizons, ailleurs sans obscurité, grâce aux fossiles qu'ils renferment, constituent les derniers sommets de tous les massifs jurassiques qui se rencontrent dans le département de l'Hérault.

La descente vers la Combe de la Valette se continue dans ces couches mieux réglées qui contiennent vers les deux tiers de la rampe un banc d'un à deux mètres d'épaisseur, remarquable par la particularité d'être formé uniquement d'une agrégation de Serpules; quelques débris, tout à fait indéterminables, de Bélemnites les accompagnent; le remplissage spathique de ces Serpules communique au calcaire un jeu de couleur qui en a provoqué l'emploi comme marbre dit *marbre serpulaire de la Valette*.

Aux Serpules qui continuent à prédominer, se joignent plus à l'Est, dans un prolongement de la couche que la Société n'a pu aller constater, des débris de grandes coquilles, très-plates et pourvues de stries concentriques, rappelant de grandes Avicules ou des Inocérames, et à ces valves, malheureusement indéterminables, des débris de Térébratules, qui, par leurs plis et leurs dimensions, se rapportent à la *Terebratula peregrina*, de Buch.

Indépendamment de la présence de ces débris organiques, les couches qui les contiennent présentent la circonstance d'être relevées jusqu'à la verticale et même, sur certains points, de plonger en sens inverse, le plongement normal étant toujours vers le Sud, par-dessous les assises plus réglées et les masses moins stratifiées dont il a été question.

Tout au bas de la descente, apparaissent des strates calcaréo-marneuses, à double couleur grise et bleue, qui, par leurs caractères minéralogiques et les *Ammonites cryptoceras* qu'elles renferment, rappellent le néocomien à *Toxaster complanatus*, l'horizon des marnes bleues d'Hauterive. Ces strates sont exploitées comme pierres à chaux, au lieu dit four à chaux de la Valette.

Au contact du système précédent, il y a apparence de conformité de stratification ; mais, à quelques pas plus loin et à la colline du four à chaux, le contraste éclate dans la pétrographie et l'orientation, et la notion d'une indépendance entre ces deux ensembles de couches vient s'imposer aux yeux de l'observateur.

La Société, vu son temps limité et l'impossibilité pour elle de se livrer à des recherches de détail et purement locales, n'a pas eu la prétention de résoudre ce problème de diagnostic géologique. La réalité de la présence de la *Terebratula peregrina* a donné à penser à quelques membres que les couches supérieures pourraient elles-mêmes appartenir au crétacé inférieur; la difficulté déjà mise en lumière, en 1853, attend encore sa solution (1).

Le néocomien bien reconnu du four à chaux supporte un ensemble de couches lacustres, formées de poudingues puissants, aux éléments calcaires roulés et impressionnés, inférieurs, dans la région, au dépôt marin de la mollasse. C'est au milieu de ces poudingues que s'est fait jour le basalte, qui, à distance et du haut de la colline de la Valette, se trahit sous forme de butte conique, isolée, détachée par dénudation des collines de conglomérats qui l'environnent. Le village de Montferrier, bâti sur cette butte, doit à cet isolement une physionomie pittoresque et l'avantage d'offrir au touriste et au géologue un observatoire propre à une vue panoramique ; les poudingues et les calcaires lacustres qui les supportent composent le paysage, qui emprunte un aspect gracieux aux bois de pins dont ils sont recouverts.

La Société a constaté avec intérêt, à la base de la butte volcanique, un tuffa composé de morceaux de basalte, de cristaux d'amphibole et de pyroxène, et de parties grisâtres qui ne sont autre chose que la *palagonite* de M. Bunsen ; mais ce qui a spé-

(1) De Rouville. *Thèse de Géologie*, pp. 45-46.

cialement attiré son attention, c'est la présence de gros fragments de péridot, arrondis quelquefois, mais le plus souvent anguleux, fragments quadratiques, à arêtes vives, qui semblent la démonstration éloquente des idées récemment émises par M. Daubrée, de roches péridotiques constituant une grande partie de la masse interne du globe, dont les morceaux, si peu émoussés sur leurs angles et sur leurs arêtes, ne seraient que des parties arrachées et empâtées dans le tuffa.

La butte est couronnée par une nappe basaltique, compacte, affectant la forme de prismes dont les constructions n'ont laissé subsister que quelques portions suffisant pour rappeler à l'observateur le mode d'être des éruptions basaltiques, bien autrement puissantes de l'Auvergne, et en général de tous les volcans éteints.

L'étude des formations tertiaires lacustres et marines des environs de Montpellier devait plus particulièrement faire l'objet de la seconde partie de l'excursion.

Transportée en voiture à travers les calcaires qui forment, au nord de Montpellier, un plateau considérable, la Société a mis pied à terre à Coulondres, près Saint-Gély, où elle a reconnu une série de couches superposées : ce sont d'abord, et en commençant par le haut des assises, les calcaires compactes, bien réglés, contenant de nombreux débris organiques, entre lesquels le *Planorbis Riquetianus* de M. Noulet et le *Melanopsis mansiana* du même auteur.

M. Matheron signale sur place le rôle important que le *Melanopsis mansiana* joue dans le midi de la France. Cette espèce, dit-il, à laquelle est souvent associée le *Melanopsis castrensis*, Noulet, peut être considérée comme caractéristique des couches paléothériennes. Il l'a rencontrée dans l'Aude, partout où sa présence a été signalée par M. Noulet, et, de plus, dans les bassins lacustres de Barjac, de Ribaute, dans le Gard, et dans le petit bassin de Saint-Zacharie, dans les Bouches-du-Rhône.

Sous les calcaires à *Planorbis* et à *Melanopsis*, et en concordance avec eux, se trouve une couche de lignites, autrefois exploitée et qui a fourni à M. Paul Gervais des ossements de Paleotherium et de Xiphodon (*X. gelyense*) (1). Des terrains

(1) Paul Gervais. *Zoologie et Paléontologie françaises*, p. 109 et p. 159, pl. XV, fig. 4.

plantés de vignes s'étendent entre cette couche de combustible et un faible bourrelet formé dans la plaine par un affleurement du néocomien, même terrain que celui vu le matin au four à chaux de la Valette.

Sur ce bourrelet, s'appuient directement des grès à grains siliceux, d'un volume médiocre, et sur ces grès un travertin compacte, avec nombreux débris de plantes, qui avaient attiré dès la veille l'attention de M. de Saporta dans les collections de la Faculté. Une note spéciale écrite de sa main, à la suite de ce compte rendu, en fera mieux apprécier l'intérêt et l'importance.

La Société s'est ensuite rendue à Grabels ; elle a suivi la route dans la direction du nord au sud, ouverte au contact d'un vaste système calcaire et d'un ensemble d'assises de grès et de poudingues dont elle n'a pu étudier les relations ni la continuité ; les calcaires paraissent se relier à ceux de Saint-Gély et de Coulondres; mais le nombre de leurs assises, l'épaisseur considérable de la formation qu'ils constituent, quelques traces de dérangement à cette ligne de contact, ne permettent pas d'assigner aux couches que l'on rencontre leur vraie place dans la série. Notre jeune et zélé confrère, M. Velain, a rencontré au milieu de débris de pierres de la route, près le mas Gentil, deux fossiles, que M. Matheron considère comme fort précieux pour la solution de la question qui se rattache à l'âge du calcaire de Grabels. Ces deux fossiles sont le *Strophostoma lapicida*, (sp., Leufroy), et un Bulime qui lui a paru se rapprocher beaucoup du *Bulimus subcylindricus*, Matheron. L'un et l'autre se rencontrent dans le bassin d'Aix ; l'existence du premier seul était connue dans le bassin de Montpellier.

Grabels, que la Société a ensuite traversé, présente cette circonstance remarquable, d'être situé sur la limite de deux systèmes de dépôts bien différents par leur pétrographie et leur orientation. La source qui alimente le village est sise précisément à une faille de contact, entre ces deux systèmes : l'un, blanc jaunâtre dans tout son ensemble, paraissant n'être que la suite de celui de Coulondres, dirigé N. S. et plongeant Ouest; l'autre rutilant, monochrome, composé d'argilolites et de brèches rougeâtres, dirigé E. O. et incliné Sud au contact immédiat d'un massif oxfordien sous lequel il semble plonger.

Ce terrain rutilant forme en cet endroit un horizon naturel et peut être suivi en ligne droite sans solution de continuité, sur une longueur de 20 kilomètres, jusqu'au sud de Gignac, au petit

village de Vendemian; ses caractères, si soutenus et si contrastants d'autre part avec les calcaires et marnes de Grabels, établissent en sa faveur des droits d'indépendance et d'autonomie qui ne laissent plus d'autre soin que d'en marquer la vraie position dans la série géologique. L'étude toute récente de l'horizon du groupe d'Alet, reprise par M. Leymerie avec d'importantes modifications apportées par lui aux premiers résultats de M. d'Archiac, poursuivie par M. Magnan, et plus particulièrement appliquée à l'Hérault par les auteurs chargés de la carte géologique de ce département, a conduit à en retrouver un nouveau représentant dans ces couches au Sud de Grabels, et à placer ces dernières au niveau des brèches du Tholonet: les poudingues vus le matin à Boutonnet, supportant les assises du calcaire moellon, n'en seraient que le prolongement oriental. Quelques membres n'ont accepté qu'avec réserve l'autonomie de ce groupe, l'itinéraire adopté ne leur permettant pas de vérifier les preuves invoquées en sa faveur.

Des couches plissées et relevées portant non loin de là des empreintes de Bélemnites et d'Ammonites essentiellement oxfordiennes supportent, comme le jurassique dont elles font partie, sur toute la ligne de Bize (Aude) à Grabels, les assises garumniennes; elles forment sur une petite largeur les berges escarpées de la Mosson, qui la coupe en ce point comme dans une cluse par une fente traversale; partout, sur ce parcours, le terrain garumnien est en contact par faille avec la formation lacustre si développée et si complexe du midi de la France; à Grabels, en particulier, les deux formations sont très-distinctes par les caractères pétrographiques et par le relief; la bande garumnienne se développe au sud, juxtaposée à la falaise jurassique, tandis qu'au nord l'horizon est exclusivement constitué par les assises lacustres.

M. Matheron a présenté sur place quelques observations relativement à la série stratigraphique de ces dernières; elles seront reproduites à la fin du récit de la course.

En aval de la fracture que nous venons d'indiquer, la Mosson coule entre des roches non moins escarpées, mais moins plissées, que leur faciès et leur pâte compacte blanchâtre feraient prendre sans examen pour des représentants du jurassique supérieur, mais que la présence de nombreux Planorbes restitue aux formations lacustres.

La direction que suivait la Société, perpendiculaire à l'ensemble des assises, lui a fait rencontrer de nouveau les couches

oxfordiennes, sur lesquelles la formation lacustre reparaît en berceau, et au sortir du massif jurassique, prolongement géographique de celui de la colline de la Valette, la Société a retrouvé la formation tertiaire marine du calcaire moellon et des marnes bleues qui le supportent. Ici, comme au sortir de Montpellier, la mer tertiaire battait de ses flots la barrière jurassique, qu'elle n'a pas dépassée du côté du nord.

Il était facile du haut du massif oxfordien de saisir de l'œil son ancien bassin, et de refaire par la pensée la topographie locale de cette époque du globe consistant en vastes continents dentelés de flords sur les flancs et dans les sinuosités desquels les dépôts marins venaient s'effectuer.

La localité où la Société arrivait et par laquelle elle terminait son excursion de la journée était le lieu classique de Caunelles, rendu célèbre par les beaux Cérithes que Bruguière a décrits : *Cerithium plicatum*, Brug., *Cerithium margaritaceum*, Brocchi, *Cerithium papaveraceum*...

Les marnes contenant ces coquilles sont bleues dans le bas, jaunâtres vers le haut, et passent insensiblement à des couches plus dures qui ne sont autres que le *calcaire moellon*, vers la base duquel se montre en abondance l'*Anomia sinistrorsa*, M. de S.

Les fossiles des *marnes bleues* ont été énumérés dans plusieurs publications (1) ; mais il semble, d'après MM. Matheron et Tournouër, qu'on a confondu sous ce nom des fossiles appartenant à deux niveaux différents et qui sont très-distincts dans d'autres régions. Tout dernièrement, notre confrère, M. Bioche, a soumis à M. Tournouër une série d'échantillons recueillis par lui aux environs de Montpellier, dans les marnes de Foncaude et à la Gaillarde, dans une localité que la Société n'a pas pu visiter et où les fossiles n'ont laissé que leurs empreintes ou leurs moules dans un calcaire marneux grisâtre assez tendre. M. Tournouër en a dressé la liste suivante, d'où il n'hésite pas à conclure, après comparaison faite avec les fossiles du Sud-Ouest, « que ces marnes et ces calcaires marneux « de Foncaude et de la Gaillarde, mais ceux-là seulement jus- « qu'ici à sa connaissance (il faudrait peut-être y joindre les « marnes avec lignites de Belus, où M. Bioche a recueilli, à la « partie supérieure des marnes bleues, des restes, malheureu-

(1) M. de Serres. *Géogn. du terr. tert.*, 1829. — De Rouville. *Thèse de Géologie*, 1853, p. 16. — D'Archiac. *Bull. Soc. géol.*, t. XVIII, p. 630.

« sement trop écrasés, de coquilles terrestres ou d'eau douce.
« *Helix* indéterminable, *Planorbis solidus?* grande *Cyrena* de
« forme orbiculaire, etc.), représentent certainement aux en-
« virons de Montpellier, comme les couches de Carry auprès de
« Marseille, l'étage fluvio-marin de Bazas près de Bordeaux
« (étage aquitanien, Mayer, aurélianien et ligérien, de Rouv.,
« *prò parte*, falunien B, d'Orb., *prò parte*) qui occupe dans l'A-
« quitaine une position équivalente à celle du calcaire de
« Beauce, c'est-à-dire intermédiaire entre le « calcaire à Asté-
« ries » (falunien A, d'Orb.) sur lequel il repose, et les faluns
« de Léognan (falunien B, d'Orb., *prò parte*) par lesquels il est
« surmonté; le falunien A ou tongrien de d'Orbigny manque
« jusqu'à présent dans le Languedoc, et le falunien B propre-
« ment dit y est au contraire largement représenté par le « cal-
« caire moellon » à faciès généralement jaune, mais qui prend
« accidentellement un faciès bleu qui l'a souvent fait confon-
« dre avec les « marnes bleues à Cérites » proprement dites de
« Caunelle, qui lui servent de substratum, dont il est fort diffé-
« rent paléontologiquement et avec lesquelles il n'a de commun
« que l'apparence et une dénomination usuelle à laquelle il
« faudrait renoncer. »

FOSSILES DES MARNES BLEUES DE L'ÉTAGE AQUITANIEN DES ENVIRONS DE MONTPELLIER.

NOMS DES ESPÈCES ET LOCALITÉS.	GISEMENTS DES ESPÈCES DANS L'AQUITAINE.
Natica burdigalensis, Mayer?... La Gaillarde.....	Aquitanien supérieur : Mérignac, Léognan, St-Paul de Dax, etc. Falunien : Léognan, Saucats.
Solarium..... La Gaillarde.. Moules indéterminables d'une espèce assez petite et déprimée.	
Turritella proto, Bastérot —	Type aquitanien de Saucats (à Lariey), Budos, Balizac, Uzeste, etc.
— *Desmarestina*, Bast. —	Caractéristique de tout l'étage aquitanien inclusivement dans le S. O., depuis les couches inférieures de Martillac jusqu'aux couches supérieures de Mérignac et de St-Paul de Dax.

Cerithium lignitarum, Eichwald. Foncaude, La Gaillarde. — *Duboisi*, Hornes..... — — — *papaveraceum*, Bast... — —	Répandues dans tout l'étage aquitanien du S. O. Ces trois Cérithes remontent cependant jusque dans l'étage falunien proprement dit à Saucats, Cestas, Baudignan, Gabarret, etc. Le *C. lignitarum* atteint même les couches tortoniennes de St-Jean-de-Marsac.
— *margaritaceum*, Brocchi (*C. marginatum*, M. d. S. *C. Serresii*, d'Orb.), var. *A. moniliformis*, Grateloup, Foncaude, etc..... — — var. *B. granulifera*, Grateloup, Foncaude.... — — var. *C. calcarata*, Grateloup, Foncaude..... — *plicatum*, Brug. Id. — — var. *inconstans*, Bast. Foncaude. — — var. *minima*, Foncaude.....	Caractéristiques de l'étage aquitanien dans le S. O. et particulièrement des marnes à *cyrena Brongniarti*, Bast. Types et variétés identiques avec les types et variétés de Saucats, Budos, Bazas, St-Avit, etc. Le *C. plicatum* seul se retrouve exceptionnellement dans les couches faluniennes de Saucats à Gien.
Pyrula Lainei, Bast... La Gaillarde.	Caractéristique. Ne remonte pas plus haut que Mérignac ou St-Paul de Dax.
Chenopus Grateloupi, d'Orb.. —	Aquitanien supérieur de St-Paul de Dax, etc. Falunien de Léognan.
Conus aquitanicus, Mayer... —	Caractéristique des couches aquitaniennes de Mérignac, Léognan, Lariëy, la Saubotte, St-Avit, etc.
Ostrea crispata, Goldf. *pro parte*, in Raul. Delb.? Foncaude, La Gaillarde.....	Je crois pouvoir rapporter l'Hultre de Foncaude à l'espèce ainsi nommée jusqu'à présent dans l'Aquitaine. Elle caractérise l'étage dans le Bazadais et dans l'Agenais où elle forme, à deux niveaux séparés par le calcaire lacustre gris, un grand horizon inférieur à celui de l'O. *crassissima*, Lk.
Avicula, nov. spec? La Gaillarde...	Plus transverse que l'*A. phalenacea*, Lk., des faluns de Léognan; moins transverse et moins grande que l'*A. Studeri*, Ag. — Se retrouve à Bazas, Uzeste, Balizac, Lariey, etc.

Arca aquitanica, Mayer. —	Caractéristique; Bazas, St-Avit, Merignac, etc.
Cardium leognanense, Mayer. —	Caractéristique; Aquitanien inférieur de Martillac; couches aquitaniennes supérieures de Léognan, etc. falunien de Léognan, Saucats, etc.
Cytheræa..... —	
Artemis Basteroti, Ag.?.... —	Aquitanien de St-Avit, Balizac, etc.; falunien de Saucats.
Tapes vetula, Bast. *minor*... —	Petite forme de Bazas, Uzeste, etc.
Lutraria sanna, Bast..... —	Caractéristique de l'aquitanien : Saucats, Bazas, etc.
Corbula carinata, Dujard., *minor*. La Gaillarde.	Etage aquitanien, *minor*; étage falunien.

Après ce compte rendu, M. Matheron demande à présenter quelques observations :

Note sur les calcaires de Grabels, les marnes bleues de Foncaudi et le Cerithium plicatum *de Bruguière;* par M. Matheron.

M. Matheron regrette que la livraison du *Bulletin* de la Société géologique, qui doit renfermer une note qu'il a adressée à la Société et qui a été lue dans la séance du 4 mai, n'ait pas été encore livrée à la publicité. Il s'en réfère à cette note et en son absence il en cite les principales conclusions en ce qui touche l'âge des calcaires à *Strophostoma lapicida* des environs d'Aix et de Montpellier. Suivant M. Matheron, les couches de Grabels sont bien plus anciennes que celles de Saint-Gély. Les calcaires blancs ou blanchâtres que la Société a vus dans le fond de la vallée de Valmaillargues, et à la base du coteau de Grabels, appartiennent à l'horizon des calcaires de Montaiguet près d'Aix et comme eux sont caractérisés par le *Bulimus Hopei*, sp., Marcel de Serres, par le *Planorbis pseudorotundatus*, Matheron, par le *Strophostoma lapicida*, sp., Leufroy, et, grâce à la découverte qui vient d'être faite par M. Velain, tous deux aussi par le *Bulimus subcylindricus*. Du moins le Bulime trouvé par M. Velain avec le *Strophostoma* a les plus grands rapports avec cette espèce.

Ces espèces auxquelles M. Matheron dit qu'il faut en ajouter plusieurs autres encore inédites ne sont nullement de l'âge des Paléothériums. L'examen du bassin d'Aix et des couches lignitifères de la Caunette (Aude) ne peut laisser subsister le moindre doute à cet égard.

M. Matheron ajoute que si la Société avait le temps nécessaire pour faire la coupe couche à couche depuis Grabels jusqu'à Saint-Gély, elle s'assurerait que les couches de ces deux localités sont séparées par de très-nombreuses et puissantes assises.

M. Matheron ne veut pas abuser des instants de la Société, mais il ne peut cependant se dispenser de dire qu'après avoir mûrement examiné et comparé les fossiles qui lui ont été communiqués par M. de Rouville et ceux qu'il a recueillis lui-même dans la contrée, il pense que le bassin lacustre de Montpellier est plus complexe qu'on ne l'avait supposé et qu'il ne l'avait supposé lui-même, et qu'en réalité la zone paléothérienne proprement dite occupe dans ce bassin une étendue bien restreinte. Il pense que les calcaires de Grabels, de Montaiguet et de la Caunette, appartiennent à la période du calcaire grossier parisien et qu'ils sont plus anciens que les calcaires de Provins et de Saint-Parres, lesquels sont représentés dans les bassins d'Aix et d'Apt, et probablement aussi dans celui de Montpellier.

M. Matheron ajoute quelques mots sur les rapports que les couches marines de Foncaude et de Caunelle ont avec les dépôts marins des principaux bassins tertiaires de la France.

Note sur les Marnes bleues de Foncaude.

Les marnes bleues de Foncaude n'offrent qu'un pâle reflet des beaux gisements de Bazas, de Mérignac, dans la Gironde, de Saint-Paul, aux environs de Dax, et de Carry, aux environs de Marseille; mais elles sont de la même époque. Elles sont donc plus anciennes que les falaises de la Touraine. Elles ont leur équivalent lacustre dans le bassin de Marseille, dans le Gers et dans l'Agenais. Rien ne les représente dans le bassin de Paris et elles n'ont pas leur équivalent marin dans le bassin de la Loire.

Le calcaire moellon, par lequel finit la coupe faite dans la journée par la Société, constitue cet excellent horizon qu'on retrouve dans le S. O. et dans le S. E. de la France, comme aussi aux environs de Narbonne et dans l'île de Sainte-Lucie près la Nouvelle.

Cet horizon est immédiatement inférieur à celui de Salles, qui est caractérisé par la *Cardita Jouaneti*, fossile qu'on retrouve au cap Couronne près de Martigues, à Villelaure dans le département de Vaucluse, etc., etc.

Il suit de là que les marnes qui séparent le calcaire moellon de Caunelle des marnes bleues de Foncaude occupent la place des falaises de Saucats et des calcaires lacustres qui sont intercalés dans les couches marines des environs de Bazas, de Saucats, de Villandraut, etc.

Enfin il doit demeurer bien entendu que les sables supérieurs de Montpellier dont la visite figure dans le programme sont bien plus récents que le calcaire moellon.

Note sur le Cerithium plicatum, Bruguière.

M. Matheron fait une dernière communication sur le *Cerithium plicatum* de Bruguière signalé dans les marnes bleues de Foncaude.

Mes observations relatives à ce fossile sont, dit-il, d'autant plus opportunes, que l'espèce dont il s'agit a été décrite par Bruguière sur des échantillons trouvés à Foncaude, et que cet auteur eut des liens avec Montpellier.

Le *Cerithium plicatum* appartient à Bruguière. Cette espèce fut décrite par lui en 1789 dans l'*Encyclopédie méthodique*, tome sixième de l'*Histoire naturelle des vers*, page 488, n° 21.

L'espèce est caractérisée par la phrase suivante :

Cerithium, testa subcylindrica, turrita, anfractibus longitudinaliter plicatis, transversim trisulcatis, labro crenulato.

Dans la description qui vient à la suite de cette phrase, Bruguière dit qu'il découvrit ce Cérite au même endroit que le *Cerithium sulcatum* dont il vient de parler dans l'article n° 20 (c'est-à-dire à Foncaude), et il termine sa description en disant qu'il ne croit pas que le *Cerithium plicatum* ait été observé ailleurs que dans les couches marneuses des environs de Montpellier.

Il est donc bien certain que le type de l'espèce créée par ce savant médecin provenait des marnes de Montpellier et non du bassin parisien.

Cela étant, il n'est pas facile de comprendre pourquoi Lamarck et la plupart des auteurs qui ont écrit après lui ont pris pour type du *Cerithium plicatum* un fossile du bassin parisien et ont fait descendre au simple rang de variété le fossile cité par Bruguière.

Il est évident que si ce prétendu type, pris dans le bassin de Paris, appartient réellement à l'espèce de Bruguière, ce que

je ne pense pas, c'est lui qui devrait être placé au rang de variété. La logique des faits l'exige impérativement.

Ceci posé, il s'agit de savoir si ce fossile du bassin de Paris, dont à tort Lamarck a fait le type du *Cerithium plicatum*, appartient réellement à l'espèce de Bruguière.

Dans sa description, cet auteur dit que les plis longitudinaux ne se correspondent pas exactement d'un tour à l'autre tour voisin, que les sutures consistent en un sillon très-marqué, surtout dans l'interruption des plis de chaque tour, que le tour de l'ouverture a, sur la convexité de sa face inférieure, trois ou quatre côtes transverses écartées, composées de tubercules convexes et ronds, et que, dans les sillons qui séparent ces côtes, il existe une strie très-fine qui leur est parallèle.

Tout cela s'applique parfaitement à un *Cerithium* qu'on trouve à Foncaude et à Carry. C'est donc bien ce fossile qui doit être pris pour type du *Cerithium plicatum* de Bruguière.

Or, si l'on compare ce fossile avec le prétendu *Cerithium plicatum* du bassin parisien, on ne tarde pas à trouver, dans la forme générale, c'est-à-dire dans les rapports existant entre la largeur et la hauteur, dans le nombre, la forme, la disposition et la grosseur des plis longitudinaux et dans l'ornementation du dernier tour de spire, des différences considérables qui ne justifient pas la réunion des deux types en une seule et même espèce.

En effet, dans le Cérite de Montpellier, la hauteur est presque quatre fois plus longue que la largeur du dernier tour, tandis qu'elle n'est que triple dans les Cérites des grès de Fontainebleau; dans ceux-ci les plis sont peu saillants et presque nuls sur les trois derniers tours de spire des coquilles adultes, tandis que dans le fossile de Bruguière ces plis sont extrêmement prononcés, très-saillants, très-rugueux et se montrent ainsi sur toute hauteur et sur tous les tours de spire.

Le but de cette note étant simplement de restituer à l'espèce de Bruguière la place qu'elle doit occuper dans la nomenclature, je n'ai pas à me préoccuper ici du nom qu'il faudra définitivement appliquer au *Cerithium plicatum* de Lamarck.

Je crois dans tous les cas que le *Cerithium Galeoti* de Nyst doit lui être rapporté. Ce dernier nom devrait être adopté s'il était démontré que l'espèce de Lamarck et celle de M. Nyst ne sont pas toutes deux le *Muricites plicatus* de Schlotheim.

M. Pomel dit que dans le département de Vaucluse il a trouvé le *Palæotherium* réuni à l'*Anthracotherium*, et au milieu d'une faune qui plaçait ces terrains bien au-dessus des grès de Fontainebleau.

M. G. de Saporta fait la communication suivante :

Note sur les calcaires concrétionnés à empreintes végétales de Saint-Gély (Hérault); par M. G. de Saporta.

Les calcaires concrétionnés de Saint-Gély sont situés bien au-dessous de la couche de lignite d'où ont été extraits les restes de Palæothérium et de Xyphodon; cette couche a pour base des marnes bigarrées et grises qui alternent plusieurs fois, et ce n'est qu'au-dessous de celles-ci qu'on voit paraître les calcaires concrétionnés qui reposent directement sur le néocomien. Non-seulement ces calcaires se trouvent à un niveau inférieur à celui du Palæothérium, mais ils sont entièrement indépendants de ce dernier, c'est-à-dire qu'ils n'affectent aucune liaison stratigraphique avec les marnes qui les recouvrent, et enfin le mode de formation du dépôt lui-même indique qu'il a dû le jour à des circonstances tout à fait différentes. En effet, ces calcaires, comme ceux de Brognon (Côte-d'Or) dont ils reproduisent l'aspect travertineux, comme ceux de Sézanne dont ils sont peut-être contemporains, ne sont pas le produit d'une sédimentation lacustre ou fluviatile; leur disposition en masse, leur structure caverneuse, l'abondance de la matière calcaire précipitée presque pure à l'état cristallin ou saccharoïde, la fréquence des végétaux terrestres et surtout la présence des *Marchantia* sont autant d'indices d'une formation terrestre, c'est-à-dire opérée sous l'action de sources vives coulant en cascade sur un sol émergé. L'indice tiré des *Marchantia* est surtout digne de remarque; ces plantes tapissent naturellement la surface des roches humides baignées incessamment par des eaux jaillissantes; elles cesseraient de végéter si elles demeuraient entièrement submergées au fond des eaux tranquilles. J'ai expliqué longuement, dans mon mémoire sur les plantes de Sézanne, l'effet des eaux incrustantes sur les plantes exposées à leur influence, la lutte de la végétation contre l'envahissement du dépôt chimique et les accumulations de tiges successivement encroûtées qui en résultent. C'est ce que l'on peut voir à Saint-Gély où les empreintes de *Marchantia*

remplissent certains blocs et se montrent dans leur position naturelle, ce qui permet d'admettre que ces plantes ont vécu sur place.

Les espèces recueillies dans ces calcaires sont encore bien peu nombreuses ; mais elles présentent un grand intérêt à cause de leur âge présumé.

Certainement antérieures au Palæothérium, elles se rangent forcément dans l'éocène, à moins qu'on ne veuille les rattacher à un terme encore plus ancien de la série des terrains. Cependant, on ne saurait raisonnablement les reculer au delà du tertiaire inférieur, par la raison que l'espèce la plus abondante de la localité est un Palmier (*Flabellaria*) et que ces sortes de végétaux sont, sinon inconnus, du moins très-rares dans la craie supérieure. Les calcaires de Saint-Gély n'étant pas nécessairement liés à l'étage à Palæothérium qui les surmonte et reposant directement sur le sol néocomien, on ne saurait invoquer la stratigraphie pour fixer leur âge; il faut recourir pour cela aux fossiles, qui consistent uniquement en végétaux; or, jusqu'à présent, le bassin de Paris est le seul qui nous ait fait connaître en France la végétation propre aux premiers temps tertiaires. Cette lacune, que l'on peut espérer de voir combler pour nos pays, rend encore plus curieuse la découverte faite aux environs de Montpellier d'une flore appartenant probablement à cette période. Malheureusement, les débris, quoique très-abondants, sont rarement entiers et surtout leur état de conservation laisse beaucoup à désirer. Il m'a fallu recourir à de nombreux fragments pour retrouver sept espèces dont la détermination, pour quelques-unes au moins, donne encore prise à beaucoup de doutes.

Voici comment je conçois le classement de ces espèces.

Hépatiques. — *Marchantia sezannensis?* Sap., Prodr. d'une flore des trav. de Sézannes, p. 20, pl. I, fig. 1-8 (*Mém. de la Soc. géol.*, t. VIII, mém. n° 3, p. 308).

Je n'ai pu saisir aucune différence sensible entre les frondes de l'espèce de Saint-Gély et celles des travertins de Sézanne. Cependant les expansions de la plante méridionale sont plus confusément ordonnées, moins planes et peut-être d'une consistance plus coriace; leur réseau veineux est du reste invisible et les traces des organes de la fructification absentes jusqu'ici. La surface et l'intérieur de beaucoup de blocs sont remplis de segments de frondes de cette espèce, accumulés et dirigés dans tous les sens.

Fougères. — *Pecopteris* (*Alsophila?*) *Rouvillei*, nob. — Segments de frondes incisées-pinnatifides dont la physionomie et les caractères rappellent l'*Alsophila thelypteroides*, Sap., *Polypodites thelypteroides* (Brngt) de Sézanne; mais ici les pinnules sont plus inclinées en avant, et les veines latérales de chacune d'elles plus obliques et bien moins nombreuses. C'est une forme distincte de celle de l'étage de Rilly, mais probablement congénère.

Palmiers. — *Flabellaria gelyensis*, nob. Je donne provisoirement ce nom à l'espèce la plus répandue et la plus saillante de la florule de Saint-Gély; malheureusement je n'ai obtenu en ouvrant les blocs que des lambeaux de fronde insuffisants pour permettre la reconstruction intégrale de ces organes. On voit pourtant par quelques exemplaires, moins mutilés que les autres, que les feuilles de ce palmier étaient disposées en éventail, de grandeur moyenne, que les segments ou rayons en étaient réunis sur un espace assez considérable et se séparaient ensuite en divergeant de plus en plus. Chaque segment considéré isolément était fortement plié en carène et présentait en outre le long des bords une plicature longitudinale, disposée en sens inverse de celle qui est formée par la côte médiane; la nervation se compose de veines longitudinales de divers ordres, régulièrement entremêlées, mais peu distinctes. Par le mode de plicature et le repli marginal des segments, cette espèce est évidemment très-analogue à un fragment des grès de Fieulaine figuré dans l'ouvrage de M. Watelet sur les plantes fossiles du bassin de Paris (p. 97, pl. 27, fig. 7). Elle me paraît aussi plus ou moins voisine du *Flabellaria suessonensis*, du même auteur (p. 95, pl. 25, fig. 2-3 et pl. 26), particulièrement de l'échantillon figuré sur la planche 26.

Protéacées. — *Palæodendron? maximum*, nob. Cette espèce est très-fréquente à Saint-Gély; elle consiste en feuilles d'assez grande taille, de consistance coriace, très-entières sur les bords, lancéolées-linéaires, atténuées aux deux extrémités, décurrentes et presque sans pétiole à la base, terminées en pointe calleuse au sommet. Une nervure médiane épaisse, mais très-peu marquée en saillie, partage ces feuilles; il n'existe ordinairement chez elles aucune trace de nervation; elle est cependant visible sur quelques exemplaires et présente alors une nervure antémarginale reliée à la médiane par des nervures secondaires obliquement dirigées, reliées entre elles par un réseau de veinules obliquement ramifiées et noyées, pour ainsi dire, dans

l'épaisseur du parenchyme. Cette nervation a quelque rapport avec celle des *Eucalyptus;* mais elle se rapproche bien davantage de celle des Protéacées à nervures obliques, comme les *Grevillea*, *Hakea*, *Leucadendron*, *Persoonia* du monde actuel et les *Palæodendron*, genre tertiaire que j'ai signalé dans le tongrien de Provence. C'est ce qui m'engage à ranger provisoirement dans ce dernier groupe l'espèce de Saint-Gély, qui s'y rattache, bien qu'elle soit construite sur de bien plus grandes proportions.

Ébénacées. — *Diospyros tyracifolia*, nob. Feuilles entières, ovales, obtuses au sommet, faiblement atténuées à la base; la disposition des principales nervures et les détails du réseau veineux annoncent un *Diospyros;* mais il existe aussi chez ces feuilles une affinité remarquable avec celle des *Styrax*, groupe très-voisin, du reste, des Ebénacées.

Diospyros raminervis, nob. Autre espèce à feuilles plus grandes, à nervures autrement disposées, saillantes, reliées par un réseau de veinules rameuses qui reproduisent le type de plusieurs *Diospyros* de l'Inde et de l'île Maurice.

Magnoliacées. — *Magnolia?* sp.... Feuilles largement oblongues, très-grandes, lisses sur les deux surfaces, à nervures secondaires très-peu visibles, obliques, recourbées-ascendantes le long des bords. — Attribution incertaine.

La composition de cette florule, l'affinité de ses formes principales, la dimension considérable des feuilles dicotylédones qu'elle renferme, constituent une réunion d'indices qui reportent l'esprit vers le suessonien ou éocène inférieur. L'identité probable du *Marchantia* avec une des espèces caractéristiques de Sézanne, l'étroite analogie du *Flabellaria gelyensis* avec ceux du Soissonnais, la présence répétée du genre *Diospyros*, signalé dans la plupart des localités éocènes, à Skopau en Saxe, dans les grès du Mans, dans le banc vert du Trocadéro et dans les gypses d'Aix, confirment cette manière de voir, sans qu'il soit possible de préciser davantage, à l'aide de documents encore incomplets, l'horizon auquel ces plantes doivent se rattacher. Le caractère tropical que revêtait sans doute notre végétation méridionale à cette époque ressort de l'examen du petit nombre d'espèces recueillies et s'accentuera encore davantage à mesure qu'elles deviendront plus nombreuses et mieux connues.

La Société ayant vu à Grabels un gîte d'argilolites rouges, de calcaire compacte lacustre et de cong omérat fleuri à

éléments calcaires, qui se rapporte à l'étage *garumnien* nouvellement établi par M. Leymerie, M. le Président invite celui-ci à donner un aperçu général de ce nouveau type, qui sera dans une prochaine course l'objet d'une étude spéciale à Valmagne, où il est très-développé.

M. Leymerie, pour répondre à cet appel, fait la communication suivante :

Note sur l'origine et les progrès de la question relative au type garumnien; par M. Leymerie (pl. VII). (bek)

Lorsque je fus chargé, en 1841, de la chaire de minéralogie et de géologie à la Faculté des sciences de Toulouse, je tournai naturellement les yeux du côté des Pyrénées. Je ne tardai pas à reconnaître, dès les premiers pas que je fis dans ces belles montagnes, qu'il y avait beaucoup à faire dans la détermination des types qui les composent, et je pris la résolution de travailler sans relâche à apporter quelques progrès dans l'œuvre de Dufrénoy, en employant les moyens que l'état plus avancé de la science mettait à ma disposition. — Je portai d'abord mon attention sur les terrains supérieurs et je m'occupai en premier lieu de la question, alors fort agitée, de la séparation du terrain à Nummulites et de la formation crétacée. Je crois pouvoir dire que cette séparation fut à peu près accomplie par mon mémoire sur le terrain à Nummulites de l'Aude, où se trouve décrite et figurée la faune nummulitique de ce département (1). — On se demandait alors si, le terrain nummulitique une fois séparé, il y avait dans notre chaîne quelque chose qui pût représenter la craie proprement dite. Mes études subséquentes m'ont mis à même de répondre par l'affirmative, et je prouvai par un nouveau mémoire (2) que la craie blanche et la craie de Maëstricht (*sénonien*, d'Orb.) étaient parfaitement caractérisées dans la Haute-Garonne, et M. Hébert, à cette époque, fit insérer dans notre *Bulletin*, une note où il insistait sur ce point, que les caractères de la craie que je venais de

(1) *Mémoire sur le terrain à Nummulites des Corbières et de la Montagne-Noire. — Mém. Soc. géol.*, 2e série, t. I, p. 337.

(2) *Mémoire sur un nouveau type pyrénéen parallèle à la craie proprement dite. Mém. Soc. géol.*, 2e série, t. IV, p. 1177.

faire connaître se rapportaient spécialement au tuffeau de Maëstricht (1). En effet, il était difficile de ne pas reconnaître cette assise supérieure dans un ensemble de couches qui contenait : *Hemipneustes radiatus*, Agass., *Nerita rugosa*, Hœning., *Ostrea larva*, Lam., *Thecidea radiata*, Defr.

Voilà donc, d'un côté, la craie la plus supérieure, qui fût connue en France et dans presque toute l'Europe bien constatée dans les Pyrénées, et, d'autre part, le terrain nummulitique reposant sur cette craie. Il semblait dès lors que la question de la séparation et de la spécification des deux terrains dût être complétement résolue. Toutefois, en étudiant les petites montagnes qui s'avancent au nord des Pyrénées et qui semblent préluder aux grandes Pyrénées, un nouveau fait se présenta, qui vint apporter l'incertitude et l'indécision là ou j'avais espéré une solution nette et définitive.

C'est principalement dans le petit massif d'Ausseing, qui forme le relief le plus marqué des protubérances que je viens de signaler et qui offre un exemple remarquable d'un soulèvement de forme jurassique, que le fait dont il s'agit s'accuse d'une manière des plus prononcées.

J'ai donné ailleurs la coupe de ce petit massif qui peut être regardé comme classique pour la question qui nous occupe. Je pense qu'on voudra bien me permettre de la reproduire ici pour la commodité du lecteur, avec des indications spécialement en rapport avec la courte description qui va suivre.

On voit dans cette coupe (pl. VII, fig. 1), que la montagne d'Ausseing consiste en une vallée centrale de soulèvement de nature argileuse, arquée et bombée. Des crêts calcaires assez élevés, escarpés à l'intérieur, dominent cette vallée de part et d'autre et sont épaulés en dehors par des crêts moins hauts, bien que très-saillants, auxquels succèdent des rides parallèles moins accusées. — On remarquera que le côté sud de ce massif soulevé est dans une position tout à fait normale, tandis que le flanc nord est renversé. L'ensemble forme une protubérance longitudinale dans la direction des Pyrénées.

La vallée centrale C^1 principalement constituée par des argiles et des calcaires en dalles, avec Orbitolites, Rhynchonelles, Ananchytes, et les crêts C^2, formés par un calcaire nankin à *Hemipneustes*, appartiennent à la craie proprement dite, les cal-

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, 1862, t. XIX, p. 1091.

caires représentant particulièrement la craie de Maëstricht. Les flancs se composent de couches éocènes qui commencent, ici comme partout, dans la Haute-Garonne, l'Ariége, l'Aude et l'Hérault, par le calcaire à Miliolites *m* ; le tout d'ailleurs offre une stratification parfaitement concordante.

Il n'y aurait aucune difficulté si le calcaire à Miliolites était immédiatement superposé à celui qui contient les *Hemipneustes* mais il n'en est pas ainsi; entre les deux vient s'interposer un étage ayant 200 à 300 mètres de puissance, qui offre des caractères tout particuliers : c'est le *garumnien*, dont il est indispensable de donner ici une idée au double point de vue pétrographique et paléontologique, avant de faire connaître les motifs qui m'ont déterminé à en faire un type spécial et à lui donner un nom.

Un coup d'œil jeté sur la coupe montrera immédiatement qu'il se compose, à Ausseing, de trois assises désignées par les notations g^1 g^2 g^3.

La première g^1, creusée en forme de courbe en bas du village d'Ausseing, où l'on voit les dernières couches du calcaire à *Hemipneustes* passer, en parfaite concordance, sous le nouveau système, est constituée par des argiles bigarrées associées à des grès friables et quelquefois à des poudingues avec intercalation de bancs isolés de calcaire impur criblé de trous cylindriques. On n'y trouve pas de fossiles à Ausseing même; mais il en existe plus à l'est dans le massif, et, non loin d'Ausseing, à Marsoulas, où cette assise renferme un peu de lignite; les recherches opérées pour découvrir ce combustible ont fait découvrir des Huîtres plates (*Ostrea depressa*, Leym.), des vertèbres de Crocodiles et des ossements de Tortues. C'est au même niveau, qu'à Auzas, de l'autre côté de la Garonne, on peut recueillir en abondance, avec les Huîtres précédentes, et dans un admirable état de conservation, une Cyrène (*C. garumnica*, Leym.) d'assez grande taille, *Tornatella Baylei*, Leym., *Spherulites Leymerii*, Bayle, accompagnées de Mélanopsides, de Cérites, de Pitonelles, et par exception, *Ostrea larva*, Lam., et *Hippurites radiosus*, Desm.

La seconde assise g^2 consiste en un calcaire de couleur claire, compacte au point d'être exploité comme pierre lithographique, accidenté à Ausseing par la présence de silex grossiers assez volumineux. Ce calcaire se présente sous la forme d'une crête saillante (*Queire*), comme tordue en certains points, qui est un des traits orographiques les plus accusés du

pays et qui se prolonge visiblement à l'est dans l'Ariége où l'on y a signalé des coquilles d'eau douce.

C'est derrière cette crête que se présente l'assise supérieure g^3, terrain des plus curieux, composé de roches peu consistantes qui occupent par conséquent un sillon longitudinal. Les éléments principaux de cette assise sont des marnes et des calcaires marneux, divisés en deux sous-assises par une légère saillie, formée par des grès et des calcaires. L'une et l'autre de ces sous-assises contiennent de nombreux fossiles marins, la plupart nouveaux. Ceux qui peuvent se rapporter à des espèces connues sont presque tous crétacés, et parmi eux se font remarquer les oursins, qui sont les plus nombreux et les plus caractéristiques, et qui, soumis aux paléontologistes spéciaux les plus compétents, MM. Desor, Cotteau, Bayle, ont été reconnus comme appartenant à l'horizon de la craie proprement dite. L'espèce la plus abondante est un *Micraster* globeux à profonds sillons ambulacraires, sur la détermination duquel on a longtemps hésité et qui paraît être définitivement *Micraster tercensis*, Cotteau. Avec cette espèce se trouve *Micraster brevis*, Agass., et fréquemment la petite variété de *Ananchytes ovata*, que M. Cotteau a particulièrement désignée par le nom de *tercensis*. Une autre espèce également habituelle à ce niveau est *Hemiaster nasutulus*, Sorignet. On peut aussi y recueillir *Cyphosoma magnificum*, Agass., et *Cardiaster pilula*. Toutes ces espèces se rencontrent le plus souvent dans le nord, sur un horizon inférieur à celui de Maëstricht. Elles sont accompagnées d'autres types, notamment de *Micropsis* considérés comme nouveaux par M. Cotteau qui les a décrits.— Parmi les mollusques qui sont presque tous inédits et qui sont trop souvent à l'état de moules intérieurs, je citerai un Pleurotomaire gigantesque que j'appelle *P. danica*, parce que je le crois identique avec celui de la craie danienne de Faxoë dont je possède un exemplaire auquel j'ai pu comparer le nôtre. Il y a là aussi *Ostrea vesicularis* et de rares individus de *Rhynchonella Bauga*, Coquand, espèce qui abonde dans la partie inférieure du sénonien d'Ausseing et que j'avais mal à propos rapportée à *Rhynchonella alata* de Brongniart. Enfin, à cette faune se mêlent quelques types nummulitiques, particulièrement *Natica brevispira*, Leym., qui, chose remarquable, se trouve dans la sous-assise inférieure.

Malgré la présence de ces rares espèces de l'étage à Nummulites, qui ne sont ici qu'accessoires et accidentelles, la faune dont il s'agit est évidemment crétacée, et il est bien remar-

quable qu'au lieu d'offrir un reliquat de fossiles de la craie maëstrichtienne d'Ausseing, ainsi qu'il aurait été naturel de s'y attendre, elle constitue un ensemble de types qui ne se montrent pas, en général, dans notre étage sénonien des Pyrénées, et qui semblent indiquer un niveau inférieur à celui du calcaire à *hemipneustes* d'Ausseing, comme si une peuplade égarée était venue du nord ou du nord-ouest se réfugier *tardivement* à une place qui devait lui être interdite par les lois de la paléontologie. C'est donc véritablement une *colonie* dans toute la force du terme ; c'est même la colonie la plus caractérisée qui ait été signalée depuis que notre éminent confrère, M. Barrande, a introduit cet ordre de faits dans la science. — J'ai recueilli dans cette assise supérieure de notre garumnien environ 50 espèces dont les types nouveaux ont été décrits et figurés depuis longtemps et n'attendent, pour être publiés, qu'une occasion favorable.

L'assise que nous venons de décrire se termine, sur le flanc méridional de la montagne d'Ausseing et à Marsoulas près Salies, par des marnes semées de points glauconieux au-dessus desquelles commence immédiatement et d'une manière tout à fait concordante le calcaire à Miliolites (nummulitique inférieur) dont la faune est franchement tertiaire et n'a aucun rapport avec celle dont il vient d'être question.

Lorsque l'étage intermédiaire que j'appelle *garumnien* vint s'imposer à moi pour la première fois, je connaissais à peine sa faune inférieure, et celle de la colonie ne m'avait pas encore offert les nombreux oursins crétacés que des recherches plus générales et plus attentives m'ont depuis procurés, et l'on comprendra facilement l'embarras où je me trouvai lorsque j'eus à lui assigner une place dans la série de nos terrains. Toutefois la concordance qui vient d'être signalée entre cet étage difficultueux et les couches à Miliolites et une sorte de passage lithologique qui existe entre ces deux terrains, d'un autre côté la différence tranchée qui sépare les argiles bigarrées g^1 du calcaire d'Ausseing que je devais alors regarder comme un représentant de la craie la plus récente qui fût connue en France et en Angleterre, m'avaient porté à considérer le nouveau système comme une sorte de transition entre la craie et le terrain nummulitique, et à le rattacher à ce dernier.

Telle est l'origine du nom d'*épicrétacé* que je proposai alors pour désigner ce grand ensemble, supérieur à la craie de Maëstricht et qui semblait passer à la craie par la présence d'une

colonie crétacée. Cette expression d'*épicrétacé* avait donc alors sa raison d'être; puis elle représentait même assez heureusement l'état des choses dans la phase d'incertitude ou de transition où je me trouvais, et j'ose dire que c'est à tort qu'elle a été blâmée par quelques géologues.

Plus tard, ayant découvert à Auzas de nombreuses Sphérulites (*S. Leymerii*) dans l'assise inférieure et *Hippurites radiolus* à Séglan au S. O. d'Aurignac, tenant compte du faciès éminemment crétacé de la colonie et de la différence complète qui sépare sa faune de celle des couches à Miliolites, je me suis décidé à séparer l'étage dont il s'agit de la formation nummulitique et à le rattacher à la craie ; et, depuis 7 à 8 ans que j'ai pris ce parti, tous les faits que j'ai observés n'ont fait que m'affermir dans cette manière de voir, qui d'ailleurs a été adoptée par tous les géologues.

Ainsi donc, il existe à la base des Pyrénées (demi-chaîne orientale), au-dessus de la craie de Maëstricht, un étage crétacé d'un faciès tout nouveau et très-distinct du calcaire à *Hemipneustes* sous-jacent, qui est plus récent que toutes les craies connues jusqu'ici en Europe et qui constitue par suite un type à part, pour lequel j'ai proposé le nom de *garumnien*, parce qu'il ne se présente avec tous les caractères qui ont servi à l'établir et à le déterminer que dans les petites montagnes qui s'étendent au pied des Pyrénées dans le voisinage de la Garonne. Nous avons dit qu'il n'existait pas de craie en Europe qui pût être rapportée à ce niveau. Il y a cependant ici à faire une exception pour la craie de Faxoë, qui est le type de l'étage *danien* de d'Orbigny, auquel ce savant paléontologiste ne rattache en France que le calcaire pisolithique du bassin de Paris. Toutefois l'analogie de notre garumnien et du danien n'est encore que conjecturale, à cause de la différence des faunes où nous n'avons à signaler jusqu'à présent qu'un seul fossile commun qui est à la vérité assez remarquable : savoir, le grand Pleurotomaire déjà cité, *P. danica*, Leym.

Faciès lacustre rutilant auquel passe le type garumnien dans l'Ariége et dans l'Aude. — Assimilation à la partie supérieure du groupe d'Alet.

Il s'agit maintenant de montrer comment cet étage principalement marin, que je n'avais d'abord considéré que comme

un fait curieux et exceptionnel, constitue un horizon géognostique très-étendu dans le midi de la France, sur lequel se trouvent diverses assises rutilantes lacustres, formant une zone presque continue que l'on peut suivre jusqu'en Provence.

Les fossiles ne nous fournissent à cet égard qu'une faible ressource ; mais nous pouvons appeler à notre aide un moyen plus efficace et plus direct, je veux parler de la continuité des assises dont il s'agit, qu'il est facile de constater dans presque toute la longueur de la zone qui vient d'être indiquée, parce que tous les gîtes susceptibles d'être rapportés au garumnien y sont presque partout à découvert et s'y manifestent d'ailleurs par des caractères d'une constance remarquable.

Il ne pouvait y avoir de difficulté qu'en ce qui concerne le passage du faciès marin au faciès lacustre. Je me suis occupé avec soin de cette partie délicate de la question et je puis dire que la solution s'est présentée à moi d'une manière si naturelle que je n'ai aucun mérite à l'avoir trouvée.

L'étage garumnien avec les caractères marins ci-dessus signalés, qui nous avaient fourni la précieuse notion de son âge crétacé, commence à Saint-Marcet, du côté gauche de la Garonne, à peu près vers le milieu de la chaîne pyrénéenne, à l'endroit même où commencent les basses montagnes qui semblent préluder aux grandes Pyrénées, et, à partir de là, il s'étend parallèlement à la chaîne jusqu'à la Garonne, qu'il traverse vers le parallèle de Martres pour aller former les deux bandes que montrent notre coupe (fig. 2) d'une part et d'autre du petit massif d'Ausseing; après quoi il entre dans le département de l'Ariége où s'effectue et s'accomplit la transformation du faciès marin au faciès lacustre. Il est facile de suivre le garumnien d'Ausseing et l'étage sénonien qui le supporte, sans aucune interruption importante, sous un chapeau continu formé par le calcaire à Miliolites qui ne fait jamais défaut. Voici d'ailleurs comment les choses se passent :

Les calcaires à *Hemipneustes* qui, à Ausseing, consistent en un calcaire assez pur, de couleur nankin, prend en avançant vers l'est des grains et de petits cailloux arrondis de quartz; peu à peu ce dernier élément devient plus abondant et enfin prédominant, de telle sorte que, même avant d'entrer dans l'Ariége, le calcaire se trouve transformé en un grès jaunâtre qui règne aux environs de Poudelaye et de Sainte-Croix. Le garumnien conserve un peu plus longtemps ses principaux caractères ; mais vers le méridien de Sainte-Croix l'assise in-

férieure, qui était uniformément grise à Aurignac et qui à Ausseing avait déjà pris des couleurs variées assez vives, devient de plus en plus rouge. Le calcaire compacte persiste; mais il se recouvre souvent d'argilolite rutilante qui vient remplacer la colonie, qui s'éteint définitivement.

Déjà au Mas d'Azil, qui n'est éloigné du massif d'Ausseing que de quelques kilomètres, la transformation est complète, en ce sens que le garumnien y est rutilant et exclusivement lacustre. Plus loin, un conglomérat fleuri à éléments calcaires, souvent ferrugineux, vient accidenter les argilolites, l'assise calcaire se dédouble parfois et l'on se trouve en plein faciès languedocien et provençal. Nous avons dit qu'au Mas d'Azil la transformation était accomplie. En effet, que voit-on dans le singulier soulèvement qui rend cette localité si remarquable? A la base, un étage puissant d'un grès marin jaunâtre, où j'ai trouvé des Cyclolites et des Orbitolites, qui n'est autre chose que notre calcaire nankin transformé, et au-dessus un étage complexe rutilant constitué par des argilolites rouges avec calcaire compacte lacustre intercalé, le tout recouvert par le chapeau de calcaire à Miliolites qui n'a pas cessé de se montrer depuis Aurignac et que l'on voit encore, au delà du Mas d'Azil, se profiler sur une bande rouge à travers l'Ariége.

Ayant marché, pour ainsi dire, sur cette bande jusqu'au point où nous sommes arrivés, il n'était pas difficile de la suivre plus loin, sans jamais la perdre de vue, jusqu'à Alet, dans la vallée de l'Aude, où le garumnien lacustre très-caractérisé repose, comme au Mas d'Azil, sur une assise de grès jaunâtre marin, identique avec celui de l'Ariége, et toujours sous le toit milliolitique qui recouvre ici l'étage rutilant, comme il recouvrait la colonie marine avant qu'elle disparût (1). On acquiert ainsi la certitude que cet étage et le grès sénonien sous-jacent constituent ensemble le *groupe d'Alet*, que M. d'Archiac a signalé le premier dans son mémoire sur les Corbières (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e série, t. VI) et qu'il y a considéré comme appartenant à la série tertiaire, n'ayant pas entre les mains, comme nous l'avons eue depuis, la preuve manifeste que l'un et l'autre de ces étages étaient réellement crétacés.

---

(1) J'ai fait cette reconnaissance en 1866, avec M. Magnan, sans la moindre difficulté, et il ne nous est resté, à l'égard de l'assimilation dont il s'agit, aucune incertitude.

Notre détermination se trouve appuyée du reste *à posteriori* par cette considération, que les deux étages de la craie introduits ainsi dans la géologie des Corbières, tout en faisant disparaître une véritable anomalie dans la composition du terrain tertiaire, vient combler d'une manière, ce nous semble, assez heureuse une lacune qui n'avait pas sa raison d'être, entre le calcaire à Hippurites sur lequel repose le grès d'Alet et les couches à Miliolites qui, dans les régions que nous venons de traverser, forment constamment la base de la formation nummulitique, c'est-à-dire de l'éocène. On voudra bien se rappeler à cet égard que j'avais pressenti cette contemporanéité de nos étages sénonien et garumnien avec le groupe d'Alet, dès 1862, devant la Société géologique réunie à Saint-Gaudens (1).

Extension du faciès lacustre rutilant à travers le Languedoc et la Provence.

J'ai dit ailleurs dans une communication faite à l'Académie des sciences, et dans ma lettre à M. de Verneuil déjà citée, comment les argiles rutilantes avec leurs calcaires et les conglomérats fleuris qui s'y trouvent intercalés, loin de s'arrêter aux Corbières, reprennent à Bize pour entrer dans le département de l'Hérault, où cet étage, toujours accompagné de l'assise à Miliolites, forme une bande à peu près continue entre Bize et Saint-Chinian, que nous avons suivie en compagnie de MM. de Rouville et Magnan. Je n'insiste pas d'ailleurs sur les perturbations profondes qui ont fait hésiter un instant notre savant collègue de Montpellier sur le véritable rôle de l'assise rutilante dont il s'agit et qui sont en ce moment l'objet d'une étude remarquable que nous devrons bientôt à notre confrère Magnan. — Au delà de Saint-Chinian, l'horizon des Miliolites fait défaut; mais les caractères si accentués du garumnien lacustre persistent et suffisent pour le faire reconnaître à travers l'Hérault et plus loin jusqu'en Provence, où il est représenté

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XIX, p. 1129.

Le compte rendu des excursions et des séances de la Soc. géol., qui se trouve à la fin de ce volume, renferme les principaux éléments de la question du *garumnien* et pourra être utilement consulté par toutes les personnes auxquelles cette question peut offrir quelque intérêt. Voir aussi ma lettre à M. de Verneuil, qui se trouve à la page 308 du tome XXIV, et une note insérée dans les comptes rendus de l'Académie des sciences.

par les assises de Vitrolles et de la montagne du Cengle dans le bassin de Fuveau.

A cet égard, je dois rappeler que c'est principalement aux observations de M. Matheron que nous devons la première assimilation des assises rutilantes que je viens de citer dans le Languedoc et la Provence, à la partie supérieure du groupe d'Alet, d'Arch. Ce parallélisme se trouve établi dans son important mémoire sur les formations d'eau douce du midi de la France (1); mais alors il les considérait comme tertiaires, et il était assez embarrassé pour leur trouver un représentant dans le bassin parisien où l'on est dans l'habitude fort peu rationnelle, à mon avis, de chercher les prototypes de tous les terrains, *comme si le monde avait été créé à l'image de Paris.* Ayant reconnu depuis que le puissant dépôt qui recèle les lignites de Fuveau était un faciès lacustre de la craie blanche, il était tout naturel qu'il rapportât à l'horizon garumnien les assises rouges supérieures du Cengle et leurs calcaires, d'autant plus que là se trouve la place de la fameuse *brèche du Tholonet,* identique avec les conglomérats fleuris et ferrugineux qui constituent un *criterium* à peu près certain pour les terrains rutilants placés sur l'horizon de la craie garumnienne. Si notre savant confrère a trouvé dans cette détermination une preuve en faveur de l'âge sénonien de l'étage de Fuveau, preuve directe et d'autant plus concluante qu'elle lui était apportée par des observations faites à plus de cent lieues de son pays et d'une manière tout à fait indépendante des siennes, il me sera permis, de mon côté, de voir dans la concordance que je viens de signaler un argument pour la cause garumnienne que je cherche à soutenir dans ce petit travail.

Notre savant président, M. de Rouville, ne pouvait rester indifférent à l'égard d'une question qui intéresse à un assez haut degré le département de l'Hérault, qu'il étudie avec tant d'ardeur. Il a voulu contribuer à ses progrès, et ses observations sont venues confirmer l'opportunité de la modification que l'établissement du nouvel étage doit apporter dans la géologie du midi de la France. M. de Rouville nous a montré, à Grabels, un spécimen du garumnien de l'Hérault, et nous avons pu constater les caractères des principaux éléments qui

(1) *Recherches comparatives sur les dépôts fluvio-lacustres tertiaires des environs de Montpellier, de l'Aube et de la Provence,* 1862.

composent partout le type lacustre de cet étage, savoir la couleur rutilante des argilolites, la présence du calcaire compacte, et enfin la composition et l'aspect tout spécial et agréable de son conglomérat fleuri. Demain la Réunion retrouvera ce terrain derrière l'abbaye de Vallemagne, où il est magnifiquement représenté.

M. Coquand, à qui la géologie de la Provence doit une grande partie des rapides progrès qui se sont accomplis dans ces derniers temps, et qui a contribué à la détermination, comme crétacé, du dépôt à lignites de la vallée de l'Arc, reconnaît aussi la contemporanéité avec le garumnien de l'assise rutilante dont il a été si souvent question dans cette note.

Ainsi tous les géologues du Midi, qui sont le plus au courant de la question dont il s'agit, s'accordent pour placer cet étage rutilant sur l'horizon du garumnien de la Haute-Garonne, et par conséquent pour reconnaître son âge crétacé, satisfaits de trouver dans ce classement un moyen de sortir d'incertitude à l'égard de ce terrain pour lequel ils étaient naguère fort embarrassés de trouver une place à la base de la série tertiaire (1).

Nous croyons être utile et agréable à nos confrères en résumant et peignant à leurs yeux, dans un diagramme théorique (fig. 2), la composition comparée des deux faciès garumniens et la transformation que le faciès marin subit pour passer au faciès lacustre, entre des limites supérieure et inférieure très-resserrées, à travers le Languedoc et la Provence.

Présence du garumnien en Espagne.

Probabilité de son existence dans les régions circumméditerranéennes.

Le type garumnien, soit marin, soit lacustre, soit mixte, devra être regardé dorénavant comme un des traits de ce faciès spécial que revêtent généralement les terrains secondaires et tertiaires du midi de la France et de toutes les régions qui entourent la Méditerranée. On pourrait donc s'attendre à le ren-

(1) Il manque à ce concert la voix de notre éminent confrère et ami Émilien Dumas, que des circonstances particulières ont tenu éloigné depuis trop longtemps de la géologie régionale. On apprendra avec satisfaction qu'il va reprendre et compléter ses belles études sur les terrains du Languedoc, et je ne doute pas qu'il ne reconnaisse notre étage dans le Gard, où il doit sans doute se montrer avant d'atteindre la Provence.

contrer en Italie, en Espagne et même en Afrique. Je suis en mesure d'affirmer qu'il se montre très-caractérisé en Catalogne, sur le versant méridional des Pyrénées. Je l'y ai reconnu de la manière la plus manifeste dans une exploration que je viens de faire de la vallée de la Sègre, en compagnie de notre confrère, M. Paul Seignette, principal du collége de Foix. Je me propose de communiquer prochainement à la Société géologique une coupe générale de cette vallée, sur laquelle on a dit et publié des erreurs incroyables. En attendant, je crois qu'on ne me saura pas mauvais gré si j'en détache la partie qui se rattache au garumnien qui repose là, comme, dans la Haute-Garonne, sur le sénonien supérieur, et qui offre le fait curieux de la réunion, dans le même gîte, du caractère marin d'Auzas et du faciès rutilant lacustre du Languedoc. Ajoutons que cette localité privilégiée est encore très-intéressante par cette circonstance toute particulière et unique, qu'elle se trouve au sein des hautes montagnes où elle joue un rôle tout à fait indépendant de tout dépôt tertiaire, ce dernier terrain ne commençant à se montrer que beaucoup plus bas, dans la vallée où il se développe tant, et notamment sans être accompagné d'aucune couche qui puisse être regardée comme garumnienne.

Ce garumnien espagnol se trouve au nord d'Organya, à l'endroit appelé *Col de Nargo*. Ç'a été une grande satisfaction pour moi, au moment de sortir des gorges sauvages et profondes qui portent le nom d'Organya, ouvertes au sein d'un calcaire sombre qui dépend du terrain crétacé inférieur, de voir apparaître et s'épanouir un horizon rutilant où j'ai reconnu immédiatement le nouveau type; et cette satisfaction a été portée à un plus haut degré lorsque j'ai vu s'étendre sous ce garumnien lacustre, et en concordance parfaite avec lui, une assise plus puissante de couleur grise, reposant sur la craie sénonienne et offrant à sa base, où l'on exploite un assez mauvais lignite, de nombreuses Cyrènes avec des Huîtres qui appartiennent à une espèce (*Ostrea Verneuili*, Leym.) caractéristique du garumnien inférieur de la Haute-Garonne.

La figure 3 représente une coupe de ce garumnien catalan, prise à une petite distance à l'ouest du Col de Nargo, à travers une petite combe qui débouche dans la Sègre. On remarquera que cet étage fait partie d'une série très-régulière, mais plongeant, au nord, en sens contraire du versant méridional de la chaîne, et par conséquent *renversée*.

Le garumnien forme le dernier terme de cette série au N. et

vient butter contre un massif calcaire qui dépend des gorges d'Organya, et dans lequel, presque au contact du garumnien, M. Seignette a trouvé de petites Orbitolines, *O. conoidea*, Albin Gras, et une petite Térébratule lisse, allongée (*T. longella*, Leym.), qui est très-fréquente dans le grès vert de Foix et de Vinport.

Pour toute explication de cette coupe, nous croyons pouvoir nous borner à la légende suivante :

LÉGENDE DE LA COUPE DU GARUMNIEN ESPAGNOL DE LA VALLÉE DE LA SÉGRE.

(Fig. 3).

Trias.	*a.* Poudingues à puissants éléments calcaires alternant avec des grès rougeâtres et recouverts par des argiles bigarrées et des schistes gypsifères.
Jurassique.	*b.* Lias cymbien et toarcien fossilifères. *c.* Dolomies noires.
Turonien.	*d.* Calcaire à Hippurites et autres couches fossilifères.
Sénonien.	*e.* Puissante série de calcaires marneux renfermant de nombreux rognons de calcaire plus pur, sans fossiles. *ef.* Mêmes calcaires avec des Rhynchonelles crétacées, *Ostrea larva*, etc. *g.* Assise de grès sans fossiles, semblable à celui d'Alet.
Garumnien.	*h.* Dalles de grès calcaire gris ou bleuâtre et de grès argileux à lignites où gisent, avec *Ostrea Verneuili*, de nombreuses Cyrènes à sillons prononcés, plus petites que *Cyrena garumnica*, Leym. *i.* Combe formée par des couches friables argilo-arénacées et marneuses de couleur uniformément grises. *j.* Assise rutilante principalement formée par des poudingues fleuris, à éléments calcaires, et une argilolite très-rouge; calcaire peu développé. *k.* Assise grise de calcaire marneux à rognons semblables au calcaire sénonien *e*.
Grès vert.	*p.* Rocher saillant contre lequel butte l'assise *k*, formé par des bancs de calcaire compacte avec *Orbitolina conoides* et *Terebratula longella*; se rattachant au système des gorges d'Organya.

Lorsque du Col de Nargo, placé sur les bancs poudingiormes de l'assise rouge, on porte ses regards à l'est et à l'ouest, on voit se prolonger cette trace rutilante derrière la saillie formée par les calcaires d'Organya, dans la direction des Pyrénées, et il n'est pas douteux qu'elle n'existe dans une grande partie de la Catalogne. Nous saurons, au reste, à quoi nous en tenir à cet égard l'année prochaine, notre confrère, M. Seignette, se proposant de suivre cette piste garumnienne jusqu'aux points où elle viendra à lui manquer.

Nous savons déjà, par les observations de M. de Verneuil, que le terrain dont il s'agit se montre au nord de Berga, où il se trouve en relation avec des calcaires à *Hemipneustes* et *Hippurites radiosus*. Il y a là également des dalles à lignites qui font

suite évidemment à celles que nous avons signalées à la base du garumnien de Nargo (1).

M. Matheron, à la suite de cette communication, constate qu'il s'est parfaitement rencontré avec M. Leymerie, pour les terrains de la Provence, dans des observations faites avant d'avoir eu connaissance des travaux de son confrère. Il diverge pourtant d'opinion avec lui sur quelques questions de détail, qui se trouvent consignées dans un Mémoire actuellement sous presse pour paraître dans le *Bulletin*.

M. Coquand, à l'occasion de la position des marbres à Serpules de la Valette, pense qu'il lui paraît bien difficile de rapporter le système dont ces marbres font partie à un des étages de la craie inférieure. Au-dessus du néocomien à *Spatangus retusus*, on ne connaît que le calcaire à *Chama ammonia*, et aucun géologue ne reconnaîtra dans ceux-ci les caractères minéralogiques ou les fossiles qui distinguent si facilement cette partie du groupe aptien. Il est dès lors disposé à les considérer comme l'équivalent des calcaires lithographiques, qui, dans le midi de la France, sont supérieurs à l'oxfordien et occupent la place des étages kimméridgiens et portlandiens.

M. Coquand, pour étayer son opinion, l'appuie sur la présence des *Nerinea Gosæ* et *N. bruntrutana* qu'il présente à la Société, et qui ont été recueillies, dans une position identique, aux environs de Marseille.

A ce sujet, il trace sur le tableau et développe deux coupes, prises, la première, dans le vallon de Toulouze, banlieue de Marseille, et la seconde, dans la chaîne des Dourbes, entre Digne et Barrême, dans les Basses-Alpes, coupes qui indiquent nettement la position des terrains placés entre le néocomien inférieur et l'oxfordien supérieur. La première montre la succession suivante : 1° Calcaire à *Requienia ammonia*; 2° néocomien à *Spatangus retusus*; 3° valenginien avec *Natica Leviathan*, 4° calcaire lithographique avec polypiers, *Nerinea Gosæ* et *N. bruntrutana* (200 m.); 5° dolomies et calcaires magnésiens (150 m.); 6° calcaire lithographique avec *Ammonites tortisulcatus*, *plicatilis* et *Belemnites hastatus* (oxfordien supérieur);

(1) Voir à la suite de ma lettre à M. de Verneuil, déjà citée, cette citation de notre savant confrère, et d'autres références espagnoles également intéressantes (*Bul. Soc. géol.*, 2e série, t. XXIV, p. 315).

7e étage kellovien (*Ammonites macrocephalus*). Le calcaire lithographique n° 5 est séparé du néocomien inférieur par un banc corrodé, couvert de valves d'*Ostrea cretacea*, et criblé de perforations de Pholades. La séparation du jurassique d'avec le néocomien peut donc s'opérer d'une manière mathématique, et les calcaires et dolomies (nos 5 et 6) ne peuvent appartenir, les premiers surtout, qu'à la division du jurassique supérieur dont ils occupent la place et contiennent quelques fossiles.

La coupe des Dourbes est d'une interprétation plus ardue, à cause de la constance de l'élément minéralogique et de la difficulté de séparer nettement le terrain néocomien d'avec le terrain jurassique. La chaîne des Dourbes reproduit les particularités du fameux calcaire de la Porte-de-France et présente, au-dessous du néocomien à *Belemnites dilatatus*, 180 mètres de calcaires lithographiques dans lesquels la découverte de quelques fossiles a permis à M. Coquand d'établir les divisions suivantes : 1° Calcaire lithographique avec *Ammonites ptychoichus* et *A. Boissieri* (faune de Berrias) ; 2° calcaire lithographique avec *A. Calisto* et *Hemicidaris purbeckensis* ; 3° calcaire lithographique avec *Aptychus latus* et *imbricatus* (kimméridg. de Solenhofen) ; 4° calcaire lithographique avec *Cidaris florigemma* ; 5° calcaire lithographique avec *Ammonites transversarius* et *tortisulcatus* (oxfordien supérieur).

M. Coquand fait passer sous les yeux de la Société les fossiles qui lui ont permis d'opérer ces divisions. Il parallélise la coupe des Dourbes avec celle des environs de Marseille, et il arrive à cette conclusion que, dans la basse et dans la haute Provence, contrairement aux opinions de MM. Hébert et Dieulafait, la division du jurassique supérieur est représentée, et que, par conséquent, de la base au sommet, la série oolithique est complète. Il n'entre pas dans de plus longs détails à ce sujet, parce qu'ils sont consignés dans un mémoire spécial qui a été adressé tout récemment à la Société géologique. M. Coquand se borne à appeler l'attention de ses collègues sur les marbres à Serpules des environs de Montpellier, qu'on pourrait rattacher peut-être au calcaire à Serpules (*S. coacervata* Blum.) que M. Rœmer et d'autres géologues après lui ont mentionné dans le portlandien de Hanovre, où il forme des bancs de 10 mètres d'épaisseur.

M. Dieulafait, après cette communication, demande la parole et annonce qu'il a eu l'occasion de s'occuper tout récemment des mêmes questions traitées par M. Coquand, et à peu près

dans les mêmes régions, et qu'il est arrivé à des conclusions semblables. L'existence dans les Basses-Alpes du représentant du jurassique supérieur est un fait qui lui paraît complétement acquis aujourd'hui.

La séance est levée.

Séance du 13 *octobre* 1868.

La séance est ouverte à 8 heures du soir, dans l'amphithéâtre de la Faculté des lettres, sous la présidence de M. de Rouville.

M. Cazalis de Fondouce, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est adopté.

M. Meugy fait remarquer, à la suite de cette lecture, que les lignites de Coulondre appartiennent à un système calcaire qui se prolonge à l'ouest et à l'est. Dans la première direction on trouve les lignites de la Caunette, dans la seconde ceux de Barjac (Gard). Ces derniers sont orientés N 26° E selon le système des Alpes Occidentales. Les lignites de Coulondre paraissent avoir la même orientation. Ce système aurait, par conséquent, laissé aussi son empreinte dans l'Hérault.

M. Coquand rend compte de la course que la Société a faite dans la matinée au grau de Pérols. On a pu voir dans cette course le cordon littoral, dont l'étude est très-importante pour la reconnaissance des littoraux des temps anciens, et constater la formation actuelle de grès coquilliers. Non-seulement le carbonate de chaux agglutine ces débris de coquillages, mais il se dépose aussi au milieu d'eux sous la forme de cristaux. M. Coquand présente une valve de *Pecten Jacobeus*, dont l'intérieur est rempli de cristaux de carbonate de chaux à rhomboëdre inverse, comme ceux des sables de Fontainebleau. Il rappelle à ce propos les travaux de MM. Marcel de Serres et Figuier, relatifs à ce genre de produits des agents actuels.

La Société a pu observer encore à Pérols le phénomène

des *Boulidous*, sources bouillonnantes comme des geizers d'eau froide. Ce phénomène est dû à un dégagement considérable de gaz.

A une question de M. Matheron touchant la nature du gaz, M. Duval-Jouve répond que l'eau a un goût acidule bien prononcé, dénotant l'acide carbonique. Une bougie, descendue dans le puits de Pérols, s'est éteinte à 4 mètres de profondeur, une allumette à 1 mètre; enfin des analyses chimiques ont parfaitement établi la nature du gaz qui se dégage de ces sources.

A ce propos M. de Rouville rappelle que ce phénomène, dont le siége est si voisin de Montpellier, a été en 1706 l'objet d'un travail du médecin Rivière, associé de la Société royale des sciences établie dans notre ville, et en 1743 de M. Haguenot, membre de cette société. Haguenot s'exprime ainsi : « Le Boulidou est un creux ou bassin formé par la nature, éloigné d'environ 150 toises du village de Pérols; il est ainsi appelé par les habitants du pays, parce que l'eau qu'il contient bouillonne sans cesse. Cette eau ne vient que des pluies qui tombent du ciel, ce qui fait qu'en hiver le Boulidou est ordinairement plein, et que pendant les fortes chaleurs de l'été il est entièrement à sec. La terre de ce bassin, lorsqu'il y a de l'eau, forme une vase ou boue noirâtre, que l'on détache facilement du fond et qui a ses usages ainsi que les eaux du Boulidou. »

Le même auteur signale encore un puits, à Pérols, qu'il dit être une véritable moufette (1). Ce même phénomène se retrouve sur d'autres points du département, entre autres à Puech-Blanc, près de Vendres (arrondissement de Béziers). Le creux de dégagement en est plus grand que celui de Pérols; il arrive fréquemment que des oiseaux tombent asphyxiés sur les bords.

Enfin l'acide carbonique se dégage encore tout près de Montpellier, dans une grotte, dite grotte de la Madeleine,

---

(1) *Histoire de la Soc. roy. des Sc. de Montpellier*, t. II, p. 327 et 125, 1778.

creusée dans le terrain oxfordien, près du Mas d'Andos, entre les deux stations du chemin de fer de Montpellier à Cette, qui portent les noms de Villeneuve et de Mireval. Le dégagement n'y est pas permanent, mais il se produit avec une grande activité à certaines époques; il y aurait imprudence à s'engager sans précaution dans la partie profonde. M. Wolf, alors qu'il professait la physique à la Faculté des sciences de Montpellier, a communiqué, le 8 juillet 1861, à l'Académie de cette ville, une note, dans laquelle il énonçait le fait, que le dégagement d'acide carbonique lui paraissait se reproduire périodiquement et se lier à la hauteur du niveau des eaux qui remplissent les cavités de la grotte. M. Wolf annonçait des études sur les quantités de gaz dégagé, que son départ de Montpellier l'a forcé d'abandonner.

Après la visite au Boulidou et au cordon littoral, M. Régy, ingénieur en chef des ponts et chaussées, qui dirige les travaux d'assainissement du littoral, et M. Dellon, ingénieur ordinaire, son collaborateur, ont conduit la Société sur leurs chantiers, et ont gracieusement donné à ses membres toutes les explications orales qu'ils ont pu leur demander. Sur l'invitation du Président, M. Régy a bien voulu reproduire pour le *Bulletin* ses diverses communications.

Note sur les courants littoraux, la marche des sables, les atterrissements, les alluvions marines et fluviales, les deltas, les constitutions de la plage et les travaux d'assainissement, par M. Régy.

Les courants de surface engendrés par l'impulsion du vent sur la masse liquide, réfléchis par la côte abrupte ou par le plan incliné du fond, donnent lieu à un courant le long du littoral; la tendance des eaux, relevées et soutenues le long du littoral par ces vents, à recouvrer leur état d'équilibre, donne naissance à des courants sous-marins ou de fond dans des directions diverses. L'ondulation, en approchant des côtes dont le fond se relève, gênée et arrêtée dans son développement, change son mouvement d'oscillation en mouvement d'impulsion horizontale et donne lieu à un courant réfléchi le long de

cette côte, et à un courant de retour le long de la vague déferlée, dont les eaux, revenant à la mer, s'écoulent suivant le plan du talus du fond.

Ces courants littoraux, observés en chaque point de la côte, sont variables de direction et d'intensité, suivant les vents, la direction des vagues et la courbure du rivage.

Ajoutons qu'en vertu des lois hydrauliques, les courants, quelle que soit la cause qui les engendre, troublant l'équilibre des eaux, doivent avoir leurs courants contraires et régulateurs, nous ne disons pas parallèles ou superposés, mais dans diverses directions et à des profondeurs différentes de la mer, suivant les lieux où on les observe.

C'est ainsi que M. Le Bourguignon-Duperré, dans ses explorations des courants dans les parages de Cette, « a vu les eaux à diverses profondeurs entraînées dans des directions très-variables et même entièrement opposées. » C'est ainsi que les ouvriers, occupés à construire sous mer un mur de revêtement autour des fondations ruinées et compromises des musoirs du brise-lames, nous ont souvent averti des courants qu'ils trouvaient en sens contraire à la surface et au fond; que nous-même avons pu souvent constater, dans l'avant-port et à de faibles profondeurs, des courants de direction et de température différentes.

Instrument pour étudier les courants. — M. Régy décrit ensuite en quelques mots un instrument de son invention destiné à reconnaître l'intensité et la direction des courants marins à toute profondeur et par tous les temps.

Marche des sables et atterrissements. — Il donne quelques développements touchant les causes principales de la marche des sables et des atterrissements dans le port de Cette, et rappelle à ce sujet l'opinion de M. Bernard, inspecteur général des ponts et chaussées, appelé en 1833 à donner son avis sur le port de Cette.

« La vitesse du courant littoral, disait M. Bernard, n'est pas exactement connue, mais de nombreuses observations tendent à faire croire que son maximum est de 5 à 6 centimètres. Il est évidemment impossible, continue-t-il, qu'un pareil courant déplace la moindre parcelle de sable quand la mer est calme; mais si la mer est fortement agitée, les vagues réagissent sur le fond, remuent les sables et les soulèvent; cette action est d'autant plus grande que la profondeur d'eau est moindre; elle

est à son maximum près de la plage, où les lames viennent se briser. Lorsque les grains de sable ont une certaine grosseur, ils sont soulevés un instant, puis ils retombent pour être soulevés de nouveau. Dès l'instant qu'ils ne portent plus sur le fond, ils sont entraînés avec une vitesse égale à celle du courant, mais ils s'arrêtent aussitôt qu'ils sont retombés; ils s'avancent ainsi par mouvements successifs et interrompus jusqu'à ce qu'ils soient arrivés à un point où la vague ne puisse les atteindre, et c'est là qu'ils se déposent et forment un atterrissement. Lorsque les grains de sable sont très-menus, ils sont pour ainsi dire mélangés avec le liquide; ils sont maintenus en suspension et ils marchent avec lui, quelle que soit la direction qu'il suive, tant que la mer est grosse. Si le calme se rétablit, ces parcelles tendent à se déposer, et elles descendent vers le fond avec une vitesse plus ou moins grande selon leur degré de ténuité. La durée de leur chute varie entre quelques secondes et plusieurs heures. Si l'eau était immobile et sans aucun courant, chaque molécule tomberait verticalement. Mais si l'eau a un mouvement de translation, quelque faible qu'il soit, chaque parcelle parcourt, avant de se déposer sur le fond, un chemin égal à celui que fait le courant pendant tout le temps qu'elle demeure en suspension; il est donc incontestable que, pendant les grosses mers, les sables du rivage doivent arriver au port de Cette, dans la direction du nord-est au sud-ouest, avec une vitesse qui peut être de plusieurs kilomètres en vingt-quatre heures. »

On ne saurait mieux expliquer, ajoute M. Régy, la marche des ensablements; nous devons rappeler seulement que la marche des sables par mouvements successifs n'a lieu que sur le plan incliné du lit de la mer dans l'étendue de la zone des bas-fonds; qu'au delà, les matières entraînées de ces bas-fonds vers le large sont des sables fins, légers, des vases que la moindre agitation produite par l'onde et les courants doit maintenir en suspension, qu'ils ne se déposent que sur une grande étendue, et qu'une fois déposés ils ne sont pas repris par la vague. Ainsi donc les ensablements sont très-faibles au delà de la zone des bas-fonds, mais considérables souvent par les tempêtes dans cette zone où les sables roulent et s'avancent par mouvements successifs, très-lentement, puisqu'ils sont alternativement abandonnés et charriés par le petit courant de 0^m 06 à 0^m 07. Ils ne sauraient aller fort loin pendant une tempête, et, comme Grangent et Mercadier l'ont très-bien

prouvé, le moindre obstacle en travers sur la plage et dans la zone des bas-fonds, une digue, une rivière devraient les arrêter en tous états de la mer. Ainsi ferait la digue de Frontignan, ces sables arrêtés, accumulés derrière, soulevés par la tourmente et entraînés par le courant de la vague, que Grangeon supposait le seul agent des atterrissements, seraient retroussés, repoussés le long de la jetée et rejetés à terre. Des courants aussi faibles que 0m 06 à 0m 07 seraient tout à fait incapables de les retenir et de les entraîner jusque dans l'avant-port et en aussi grande quantité. Les sables amenés dans le port se sont élevés jusqu'à 10,000 et 15,000 mètres cubes par jour de tempête. Ils viennent des alentours, des bas-fonds, principalement de derrière la jetée de Frontignan, en roulant et coulant le long du talus sous-marin de la plage, sans s'élever beaucoup au-dessus du fond. Ceux qui arrivent à l'entrée du port, par des profondeurs de 5 à 7 mètres, mêlés aux eaux, légers et venant de loin, traversent la rade sans se déposer en grande partie; les eaux à la sortie, par la passe Ouest, paraissent en être aussi chargées qu'à leur entrée, et la lame rejette aussi sur le môle Saint-Louis des sables, comme nous avons vu qu'elle en rejetait au large.

L'importante question des alluvions au sein des mers, des deltas et des cordons littoraux amène M. Régy à présenter les considérations suivantes :

Les alluvions sont d'origine marine, fluviale et terrestre.

Alluvions marines, fluviales, deltas. — Les alluvions marines proviennent du lit de la mer, des bancs de sables et de roches sous-marines que la vague soulève, désagrège ou détruit, et livre aux courants littoraux qui les transportent.

Les fouilles que nous avons faites à Cette à sec, pour le creusement d'une partie du canal maritime, nous ont fait connaître la formation de ce terrain que la mer a couvert. Nous en donnons la coupe géologique (Pl. VIII, fig. 1). Nous avons trouvé d'abord une couche de sable semblable à celui de la plage, plus ou moins gros, plus ou moins vaseux, et à partir de 2 à 3 mètres des couches de sables vaseux, coquilliers, plus ou moins agglutinés, alternant avec des couches de formation récente de tuf ou plutôt une espèce de grès coquillier, formé de sables et de coquilles agrégés par un ciment argileux calcaire. Ces bancs sont extrêmement variables d'épaisseur et de dureté; ils ont depuis 0m,05 et 0m,10 jusqu'à 0m,20, 0m,30, 0m,40 et plus d'épaisseur. Quelquefois ils passent de la consistance d'une couche

compacte de sable et de vase, avec laquelle ils se confondent, à la dureté de la roche que l'on ne peut détruire qu'à la mine.

Le regrettable M. Marcel de Serres était venu sur les lieux en faire une étude particulière, quelque temps avant sa mort. « Les coquilles de ces formations, dit-il, se rapportent à un petit nombre de genres, dont les plus abondants sont les *Pectunculus*, les *Cardium*, les *Pecten* et à peine quelques gastéropodes. On trouve ces mêmes bancs de coquillages aussi étendus que puissants sur la côte de France et d'Algérie, avec cette différence, toutefois, que les coquilles de l'Algérie, étant complétement pétrifiées, ont une structure tout autre que celle qu'elles avaient dans leur état particulier de vie.

« Le ciment qui les unit est à peu près uniquement formé de carbonate de chaux cristallin, tandis qu'il n'en est pas ainsi de celui qui réunit les sables, les marnes et les calcaires dans lesquels sont noyées les coquilles de notre époque. L'analyse prouve que ce dernier ciment a beaucoup d'analogie par ses qualités et ses propriétés physiques avec l'argile.

« Les formations marines de Cette et de ses environs sont tout à fait semblables, dit M. Marcel de Serres, aux dépôts coquilliers des temps géologiques. Leur uniformité ne peut guère nous surprendre, puisqu'elles dérivent des mêmes causes et qu'elles sont produites par les mêmes genres de matériaux. »

Les sondages que nous avons faits sur le littoral, à l'est de Cette, nous ont accusé la même formation.

Ce sont ces bancs de formation postdiluvienne ou ceux de formation antédiluvienne, composant, suivant les parages, le lit de la mer dans la zone des bas-fonds, qui fournissent les alluvions marines.

Les sables que nous voyons sur la plage et que la mer y a rejetés sont un composé des sables qui proviennent des deltas sous-marins, récents ou anciens, des rivières qui débouchent dans la mer, des débris de bancs désagrégés par la vague ou en décomposition au fond des eaux. Nous y trouvons quelquefois des lamelles de ces roches de grès, dont nous avons parlé, que les marins appellent *féraillons*, et que nous pouvons en quelque sorte surprendre sur la plage même, en voie de formation, en feuillets minces de sables agglutinés par un ciment calcaire. L'examen et l'analyse des sables de la plage et du port de Cette constatent encore des détritus de plantes et des débris de coquillages. Le calcaire s'y trouve dans les proportions de 30 à 33 sur $0^{m},70$ à $0^{m},67$ de silice. Les sels solubles,

les parties organiques et l'eau y figurent ensuite pour 10 à 15 p. 100. Sur la plage se trouvent souvent des amas d'algues que la mer arrache sur les bancs peu éloignés du rivage.

Les alluvions fluviales résultent des crues des rivières qui charrient des sables et des limons dans leur cours jusqu'à leur embouchure. A leur entrée dans la mer, dans ce bassin indéfini, elles s'étendent, se ralentissent dans leur cours, rencontrent les eaux du courant littoral; il en résulte une diminution de vitesse et des courants composés qui favorisent les dépôts aux alentours de l'embouchure de la rivière, comme nous l'avons vu.

C'est ainsi que se sont formés, aux époques géologiques, ces deltas sous-marins, ces immenses amas de sables qui s'étendent à de grandes distances et dans toutes les directions. A ces époques, les rivières, puissantes par le volume et par le cours impétueux et torrentiel de leurs eaux, attaquaient les terrains dans lesquels elles se creusaient des lits profonds ou en détachaient de grands fragments de roches. Ce sont ces matières enlevées à ces terrains, entraînées, roulées et réduites à l'état de sables qu'elles ont projetées jusque dans les abîmes de la mer. Ce sont ces dépôts sous-marins que les vagues ordinaires remuent, soulèvent et livrent aux courants sur les bords, et que les vagues exceptionnelles, dont nous avons parlé, atteignent quelquefois dans les grandes profondeurs et entraînent devant elles jusque dans la zone des bas-fonds.

Ainsi le delta du Rhône, du Lez, de l'Hérault, des rivières des Cévennes et des Pyrénées, doivent former le long des côtes de grands amas de sables.

M. Régy entretient en dernier lieu la Société des parties constitutives de la zone littorale :

Constitution de la plage. Travaux d'assainissement. — La zone littorale, qui a fait l'objet de nos études et de nos projets, s'étend de la rivière du Vidourle, limite Est, à la rivière de l'Aude, limite Ouest du département de l'Hérault; elle a une longueur d'environ 95 kilomètres, une largeur très-variable, depuis 200 à 300 mètres, jusqu'à 6 à 7 kilomètres, et une superficie de 300 kilomètres carrés.

Cette zone de plages, d'étangs et de marais, observée dans son ensemble et dans ses divisions plus ou moins distinctes et définies, présente à la vue :

Le long de la mer, une plage ou langue de terre sablonneuse, irrégulière, inculte et aride, où l'on remarque quelques rares

plantations, des monticules de sable formant, par leur réunion, des lignes plus ou moins continues de petites dunes, et des canaux d'écoulement à la mer, plus ou moins ouverts, plus ou moins oblitérés.

Dans la partie du littoral s'étendant du Vidourle à l'Hérault, une nappe d'eau à peu près continue, formant par ses rétrécissements, à divers intervalles, des étangs distincts, d'étendue et d'aspect différents; dans la partie s'étendant de l'Hérault à l'Aude, des nappes d'eau séparées, étangs au milieu des terres.

Dans ces étangs, sur leurs bords, et entre ces étangs et la terre cultivée, des eaux divisées, des îlots, des parties d'étangs et étangs marécageux, à plages à pentes douces, qu'on peut voir, les jours d'été, abandonnées par les eaux et couvertes de plantes et de mollusques gélatineux en putréfaction; des bas-fonds, des fossés et des canaux sans issues, à moitié desséchés, où se putréfient les matières organiques que les eaux salées ou douces y ont apportées; des marais stériles, quelques-uns cultivés, mais toujours des plus infects pendant les chaleurs.

Tel est l'aspect de cette contrée méditerranéenne que la mer a occupée dans toute son étendue, et qu'elle a abandonnée par des mouvements de retraite des eaux, instantanés ou progressifs, rapides ou lents, pendant une période dont nous ne saurions assigner ni l'origine, ni la durée. Elle n'est plus aujourd'hui qu'un vaste lais de la mer, de sables, de terres salées, d'étangs et de marais que la mer envahit et abandonne encore, en partie, dans ses oscillations, par intervalles irréguliers ou périodiques.

Cette zone de terrains de formation marine, où viennent faire irruption et se mêler les eaux salées et les eaux douces chargées de matières putrescibles, animales et végétales, est naturellement des plus insalubres. Elle est la source des miasmes délétères qui agissent avec une redoutable intensité sur l'état sanitaire des populations établies soit dans cette zone, soit dans le voisinage et jusqu'à d'assez grandes distances.

Ces conditions d'insalubrité établies, M. Régy énumère succinctement les divers travaux d'assainissement que, de concert avec M. l'ingénieur Dellon, il a conçus et propose au gouvernement de faire exécuter.

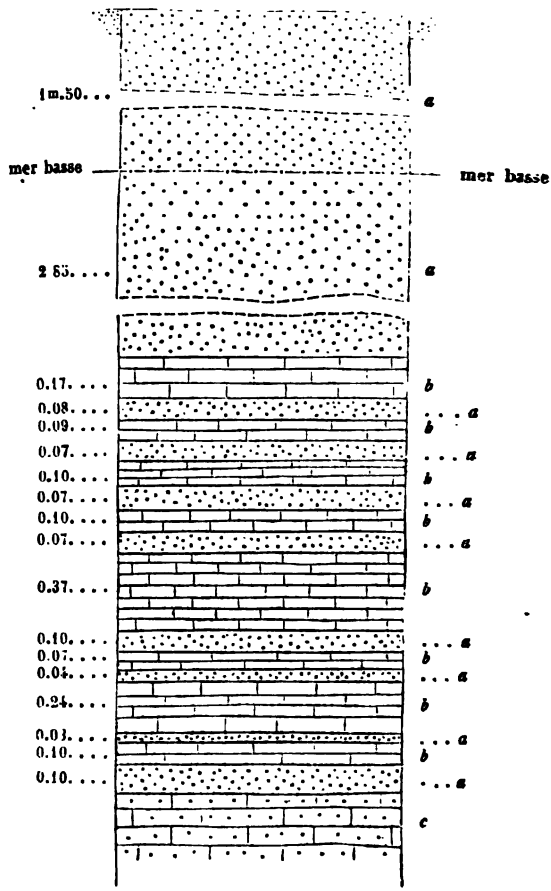
Sur la plage : — Digues de défense contre l'envahissement de la mer et de séparation des deux domaines, maritime et terrestre; barrages à clapets mobiles pour l'écoulement des eaux.

Sur les étangs : — Digues de retranchement et d'enceinte. — Craux. — Digues et ouvrages pour le règlement et l'écoulement des cours d'eau.

Sur les marais : — Digues de division, en compartiments, de l'ensemble du bassin. — Rigoles. — Canaux collecteurs. — Machines d'épuisement.

Quelques développements sont ajoutés sur ces diverses opérations, qui, par leur caractère essentiellement technique, sortent du domaine naturel du *Bulletin*.

Coupe géologique du terrain de la plage à Cette.



a Sable.
b Grès coquillier à gangue calcaire désigné sous le nom de tuf.
c Banc plus épais et plus dur de grès coquillier alternant avec des couches de sable.

M. le Président rend compte de l'excursion que la Société a faite, dans l'après-midi, en ces termes :

Compte rendu de la course faite à Saint-Aunès, le Crès, la Pompignane et Castelnau, par M. de Rouville.

Voir Pl. VIII, fig. 1.

La deuxième partie de la journée a été consacrée à l'étude de la mollasse exploitée aux environs de Montpellier, à Vendargues près Castries, à celle du terrain secondaire de la colline du Crès, à celle des sables marins supérieurs développés au quartier dit la Pompignane sur la rive gauche du Lez, enfin au tuf quaternaire de Castelnau.

Les sables supérieurs ont été creusés sur une grande étendue pour y établir la voie ferrée de Montpellier à Nîmes ; ils supportent sur certains points des témoins des assises lacustres qui ont été signalés dans la première course et qui occupaient une surface assez considérable aux environs de la station de Saint-Aunès, avant que les constructions les eussent complétement recouverts.

C'est à cette station que la Société a mis pied à terre ; elle n'a pas tardé à rencontrer sur la route des monticules affectant une hauteur plus grande que celle qu'affectent les sables plus près de Montpellier ; c'est qu'ils présentent ici un revêtement considérable de cailloux de quartzites rubigineux, qui ne sont autre chose que l'extension occidentale et la terminaison de la vaste nappe de cailloux bien connue sous le nom de Crau.

Ces cailloux, généralement ellipsoïdaux, de différentes grosseurs, sont constitués pour la plupart par un grès dur, ou quartzite plus ou moins grenu ; on y trouve mêlés des fragments de calcaires noirâtres, des silex blancs et des jaspes, et aussi quelques roches amphiboliques ; toutes ces roches sont étrangères au sous-sol qu'elles recouvrent. Les cailloux sont incohérents ; leur forme varie ; quelques-uns offrent des angles obtus et plusieurs faces polies qui rappelleraient plutôt les cailloux entraînés par les glaciers que des galets roulés dans les eaux courantes ; un autre caractère tout particulier de ce dépôt caillouteux, et qui semblerait confirmer une intervention glaciaire, consiste en ce fait, que la position et la hauteur qu'affectent les cailloux en sont pas, comme c'est l'ordinaire,

déterminés par leur volume; les plus considérables d'entre eux occupent souvent les sommets des collines.

Un autre fait a frappé la Société : c'est la présence parmi ces innombrables cailloux de quartzites, de cailloux blancs translucides de quartz, rappelant les quartz des filons dans les montagnes schisteuses du centre et du midi de la France. Ces quartz sont ici en infime minorité; mais ils augmentent rapidement de nombre et finissent par prédominer, les cailloux de quartzite disparaissant complétement, quand on se dirige vers l'ouest du département. Dès le plateau même de Montpellier, les quartzites ont cédé la place aux cailloux de quartz qui, sur une surface d'une grande étendue dans la partie méridionale du département, constituent un vaste manteau ; leurs caractères trahissent comme lieux de leur provenance les terrains schisteux paléozoïques de la montagne Noire.

Saint-Aunès serait donc à peu près le point de rencontre de deux courants, dont l'un venant de l'O. apportait les matériaux des plus anciennes formations du département et l'autre entraînait les quartzites, dont on ne saurait chercher l'origine ailleurs que dans le massif des Alpes. Ce point de leur parcours correspondait à une extrémité commune des deux cônes de déjection formés par chacun d'eux, bord extrême et mitoyen d'un double éventail de débris réduit à une très-faible épaisseur. La Société a pu constater de l'œil la bande infiniment mince et très-rapprochée de la mer que les dépôts forment sur les premières ondulations du terrain du littoral; elle a dépassé vers le N. cette limite, après avoir franchi la légère éminence qui sépare Saint-Aunès du bas-fond où circule la route de Montpellier à Sommières.

De ce côté et dans cette direction, les sables marins finissent eux-mêmes, arrêtés par les terrains secondaires.

Ces derniers forment une falaise très-accentuée vers Castries à l'E. et le Crès à l'O.; entre deux le sol offre une surface déprimée, plate, unie, qui semblerait, par l'uniformité de son niveau et son horizontalité, exclure la multiplicité des éléments géognostiques; cependant un examen minutieux ne tarde pas à découvrir à l'aide du marteau trois natures pétrographiques bien différentes : l'une terreuse, lâche, caractéristique du calcaire moellon; la seconde compacte, à la couleur brune, aux assises minces et très-réglées; la troisième, compacte comme la seconde, mais d'une couleur blanche et rosée, d'un aspect marmoréen et sous forme de couches massives peu distinctes

au contact des deux autres. Cette triple juxtaposition sans le moindre relief se retrouve en plusieurs points de l'Hérault et ne contribue pas peu à rendre difficile le diagnostic géologique, que la rareté relative des fossiles rend déjà souvent très-obscur.

La mollasse exploitée en ce lieu même se trouve donc juxtaposée aux calcaires secondaires sans indice aucun de contact; la falaise a probablement été réduite à ce niveau par les dénudations ultérieures; dans les conditions actuelles, la mer semble avoir recouvert de ses sédiments l'extrême bord de son littoral. Les carrières ont offert la pierre exploitée avec les caractères ordinaires de la mollasse du Midi; généralement grise, accidentellement colorée en bleu sur des portions irrégulières de sa surface, elle a fourni les débris d'un *Schizaster* et un grand nombre de débris de coquilles à peine reconnaissables, parmi lesquelles les *Pectens* dominent; la pierre s'exploite en cet endroit sous forme de dalles; elle est connue des constructeurs sous le nom de pierre de Vendargues; à quelques pas plus loin, à l'E., elle prend un grain plus fin qui la rend propre à servir de pierre de taille; elle constitue alors la pierre de Castries, employée pour nos maisons de Montpellier.

Une collection faite avec beaucoup de soin dans cette localité par M. le docteur Delmas a permis à M. Paul Gervais de dresser la liste suivante des vertébrés de ces calcaires miocènes.

Mammifères. — Phoca? Halitherium, Squalodon, Delphinus (Glyphidelphis sulcatus, P. G.).

Reptiles. — Crocodilus.

Poissons. — Chrysophrys, Sargus incisivus, P. G., Phylladus, Myliobates micropleurus, arcuatus, Pristis, Squatina, Carcharodon megalodon, Hemipristis paucidens, serra, Galeocerdo aduncus, Onyrhyna hastalis, Xyphodon Desorii, Lamna elegans, dubia, P. G.

Un crustacé. — Squilla Delmasi, P. G.

Les genres et les espèces recueillis jusqu'à ce jour dans les marnes bleues de la même localité sont :

1° *Mammifères.* — Phoca? Delphinus (Glyphidelphis sulcatus, P. G.).

2° *Poissons.* — Chrysophrys, Sargus incisivus, Sphyrcena? Myliobates arcuatus, Squatina, Carcharodon megalodon, Hemipristis serra, Galeocerdo aduncus, Onyrhina, Xyphodon, Notidanus primigenus, Otodus, Lamna elegans, Lamna dubia, Centrina, Scyllium (1).

(1) *Acad. des Sc. et Lett., Montp.* Extrait des procès-verbaux. 1868. Séance du 14 décembre.

La roche brune aux assises minces bien réglées qui supporte la mollasse a fourni, quelques pas plus loin, en grande abondance, la *Terebratula peregrina*, la même que nous avons rencontrée à la Valette, et ici encore en relation, tout au moins de voisinage, avec la formation de calcaire marmoréen de couleur blanche et rosée à bancs épais, que nous avons signalée dans notre première course comme paraissant recouvrir les couches néocomiennes.

On se rappelle les observations de M. Coquand; M. Dieulafait en a présenté d'analogues à propos du développement que prennent vers l'O. ces mêmes calcaires, dont les assises, plus nettement réglées dans leur prolongement qu'au point de leur contact avec la mollasse, constituent la colline du Crès ; quelques rares débris de Nérinées, de polypiers, de Bélemnites n'ont pas permis de trancher plus nettement la question en cet endroit; il s'agit toujours de déterminer la vraie position géognostique de ces calcaires, rangés jusqu'à nouvel ordre par les observateurs locaux dans l'oxfordien supérieur ou le corallien.

On lira plus loin les observations de M. Dieulafait.

Un chemin orienté du N. au S. a permis à la Société de redescendre la série des dépôts, le plongement général s'effectuant au N., et elle n'a pas tardé à changer d'horizon ; aux calcaires blancs ont succédé d'autres calcaires, mais ceux-ci moins compactes, plus terreux, généralement bruns, alternant avec des couches marneuses qui ont présenté en grande abondance des empreintes du *Chondrites scoparius*, qui ont révélé la présence de l'horizon bien incontestable de l'oolithe inférieure ; quelques coups de marteau ont permis à M. Dieulafait de retrouver au-dessus de ces couches quelques traces des polypiers de Ranville, et au-dessous des débris de *Lima heteromorpha* qui lui ont fait reconnaître le niveau de la couche dite la *Malière* en Normandie; ces diverses assises forment au S. de la colline du Crès un relief assez prononcé, dirigé E. O., connu sous le nom des Mandroux et teinté uniformément sur la carte géologique des environs de Montpellier sous la couleur du bajocien de d'Orbigny.

La Société s'est retrouvée, après quelques pas, en suivant la direction N. S., sur le littoral des sables de Montpellier, où elle avait abordé au commencement de la course à la station de Saint-Aunès. Ces sables, très-uniformes dans leur composition sur des épaisseurs plus ou moins considérables, sont l'objet

d'explorations importantes sur la rive gauche du Lez, dans le quartier dit la Pompignane; c'est là qu'est située la campagne de M. Saint-Pierre, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier, qui a bien voulu, avec une grâce parfaite, offrir à la Société une luxueuse collation; la salle des rafraîchissements, qui n'était autre que le toit d'une carrière riche en ossements, les divers crus au bouquet généreux servis en abondance et qui témoignaient de la fertilité des sables, l'attention délicate de l'amphitryon qui avait eu soin de recueillir de nombreux débris organiques dans le lieu même de la réunion, sa cordiale hospitalité, tout concourait à donner à cette halte, après la fatigue de la journée, un caractère d'heureuse conciliation entre les satisfactions du corps et celles de l'esprit et du cœur.

Parmi les débris de grands vertébrés exposés par M. Saint-Pierre, MM. Alb. Gaudry et Pomel ont reconnu des os de *Rhinoceros megarhinus* et de *Mastodon brevirostris*, P. G.; quelques traces de débris humains ont été rencontrées dans les portions remaniées de la carrière.

Ces sables, dits *sables supérieurs de Montpellier*, ont fourni à M. Paul Gervais la liste suivante des vertébrés fossiles :

MAMMIFÈRES TERRESTRES (GÉOTHÉRIENS).	MAMMIFÈRES MARINS (THALASSOTHÉRIENS).
Mastodon brevirostris, Gerv.	Phoca occitana, Gerv.
Rhinoceros megarhinus, de Christol.	Haplocetus curvidens, Gerv.
Tapirus arvernensis, Croizet et Jobert.	Halitherium serresia, Gerv.
Sus provincialis, Gerv.	Delphinus.
Cervus australis, M. de S.	Physeter antiquus, Gerv.
Tolozani, de Christol.	Rorqualus.
Cauvieri. id.	
Cordieri. Id.	
Ursus minutus, Gerv.	
Felis maritimus, de Christol.	
Christolii, Gerv.	
Felis.	
Hyæna.	

M. de Christol cite un *Pithecus maritimus* dans les sables marins.

M. Gervais y cite encore des reptiles, et parmi eux des *Testudo*, *Emys Trionyx* (*T. ægyptiaca ? Chelonia ?*)

Parmi les mollusques une espèce d'Huître, *O. undata*, Goldf. est essentiellement caractéristique de cette formation; elle y

forme à diverses hauteurs des bancs d'une épaisseur variable: on trouve encore dans les sables du quartier Saint-Jaume, non loin de l'octroi de Montpellier, un *Cerithium* que Marcel de Serres a nommé *C. Basteroti* et des Auricules parmi lesquelles le *A. myotis* (*Brocchi*).

Les animaux trouvés dans la portion fluviatile supérieure des sables de Montpellier sont, d'après M. Gervais :

Semnopithecus monspessulanus. Felis. Hyæna. Mus. Lepus. Castor sigmodus, Gerv. Cervus australis, M. de S. Machairodus, Gerv. Antilope Cordieri, de Christol.

M. Gervais a reconnu encore les débris d'un oiseau qu'il rapporte au genre *Falco*.

Marcel de Serres, dans un mémoire sur les terrains de transport et tertiaires mis à découvert lors des fondations du palais de justice à Montpellier (1), cite les mollusques suivants :

Helix quadrifasciata, M. de S., H. seriensis, M. de S., Auricula dentata, A. myotis, A. limbata, A. acuta, A. myosotis, affinis, M. de S. — Bulimus sinistrorsus, M. de S., Casichium, Truncatella littoralis, Risso, Paludina angulifera, P. impura, P. affinis, P. elongata, P. conica, M. de S., Planorbis verticilloides, Pl. striatus, M. de S., Cyclostoma elegans, affinis? M. de S., Pavonacella unguiformis, Gerv., Testacella bruntoniana, M. de S. Cerithium gemmulatum, C. Basteroti, M. de S.

Les sables de la Pompignane supportent, près du village de Castelnau, un dépôt considérable de tuf qui a de tout temps provoqué l'attention et l'étude des géologues du pays.

Dès 1818, Marcel de Serres, dans un mémoire inséré dans le *Journal de Physique*, t. LXXXVII, p. 127 et suivantes, distinguait quatre formations lacustres dont la supérieure répondait au dépôt de tuf du bord du Lez à Castelnau ; de là le nom de *calcaire lacustre supérieur* que notre prédécesseur donnait à cette formation de travertin, laquelle a malheureusement été maintenue et comprise dans les couches tertiaires par les auteurs qui font autorité en matière géologique (2).

Tout récemment les tufs des environs de Montpellier ont été l'objet d'une étude paléontologique spéciale de la part de

(1) Acad. de Montpellier, 1849, p. 22.

(2) D'Archiac. *Géologie et Paléontologie*, p. 649, 1866.
Raulin. *Géologie de la France*, 1868.

M. Gustave Planchon, aujourd'hui professeur à l'École de pharmacie de Paris (1).

M. de Saporta a bien voulu sur les lieux mêmes énumérer les principaux traits caractéristiques de cette flore quaternaire et les rapprocher de ceux qu'il a mis lui-même en relief dans son étude des tufs de la Provence ; ses conclusions sont les mêmes que celles de M. G. Planchon : « Il paraît, dit-il, établi, conformément aux conclusions de M. Gustave Planchon, que la vigne et le figuier ont été autrefois représentés dans le pays par des races indigènes et spontanées, confondues depuis avec les variétés cultivées, introduites par l'homme à l'âge historique. Il est probable que le noyer doit être rangé dans la même catégorie. »

Voici la liste des plantes reconnues par M. Planchon dans les tufs des environs de Montpellier; nous renvoyons pour les détails et les déductions qui en dérivent à la lecture de son ouvrage et à la communication sur les tufs de la Provence faite par M. de Saporta au congrès d'Aix (2).

FOSSILES DES TUFS.

1. *Fossiles animaux.*

Espèces d'eau douce.— Lymnæus ovatus; L. curvus; L. palustris; L. minutus; Hiccinea amphibia; Planorbis carinatus, P. marginatus; Bithynia impura; Nerita fluviatilis; Cyclas fontenalis; Unio pictorum.

Espèces terrestres. — Cyclostoma elegans; Bulimus acutus, B. lubricus, B. decollatus; Helix variabilis, H. rhodostoma, H. nemoralis, H. vermiculata, H. ericetorum, H. cespitum, H. cinctella, H. limbata, H. striata, H. obvoluta, H. lucida, H. nitida, H. rotunda.

M. de Serres signale quelques empreintes indéterminables d'insectes aptères. Il faut ajouter une Phryganide du genre *Rhyacophila*, *R. toficola*, Gerv.

2. *Fossiles végétaux.*

Clematis veritalba. *L.*	Gasconnet,	Castelnau.	
Acer monspessulanum. *L.*	Gasconnet,	Castelnau.	
opulifolium. *L.*	id.	id.	
var. neapolitanum;	id.	id.	
Vitis vinifera. *L.*	id.	id.	
Ilex aquifolium. *L.*	id.	id.	
Tubus discolor, Weihe et Nees.	id.	id.	Montpellier.

(1) *Etude des Tufs de Montpellier.* G. Planchon, 1864.

(2) Congrès scientifique de France, 33e session, t. 1er, p. 257.

Cotoneaster pyracantha. Pers. Méric.
Hedera Helix. *L.* Castelnau, Montplaisir, Martinet, Gasconnet.
Cornus sanguinea. *L.* Castelnau, Gasconnet.
Viburnum tinus. *L.* id. id.
Rubia peregrina. *L.* γ angustifolia. Gr. et God., Gasconnet.
Fraxinus excelsior. *L.* Castelnau, Gasconnet.
ornus. *L.* id. id.
Phillirea media. *L.* id. id.
angustifolia. *L.* id. id.
Laurus nobilis. *L.* Gasconnet, Castelnau.
Buxus sempervirens. *L.* id. id.
Ficus carica. *L.* id. id.
Ulmus campestris. Smith, id. id.
Quercus sessiliflora. id. id. id.
ilex. *L.* id.
Salix cinerea. *L.* id. id. Montferrier.
Alnus glutinosa, Gœrtn. id.
? Pinus Laricio — Poir an pinus Salzmanni, Dun? Castelnau, Gasconnet.
Smilax aspera. *L.* Castelnau, Gasconnet.
Typha angustifolia. *L.* Gasconnet, Fontconverse, Montfessier, Clapiés.
Pteris aquilina. *L.* Gasconnet.
Scolopendrium officinale. Sm., Gasconnet.
Fegatella conica Carca. Gasconnet.

M. Planchon, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier, rappelle en quelques mots la manière dont son frère a été amené à reconnaître « que les tubes serpuliformes qui caractérisent certains blocs de tufs et qu'on a pris quelquefois pour des moules de racines, ne sont autre chose que les abris incrustés d'une larve de *Rhyacophila* que son frère a dénommée *Rhyacophila toficola.* » (6e conclusion de sa thèse, p. 65.)

A la suite de ce compte rendu, M. Dieulafait présente les considérations suivantes relativement aux roches de la Valette et du Crès :

La grande question qu'il s'agissait surtout d'examiner dans la course d'aujourd'hui est celle de la position à laquelle il faut rapporter ces masses de calcaires blancs cristallins, s'étendant particulièrement sur le territoire de la commune de Castelnau, et qui, jusqu'ici, ont été considérés comme dépendant de l'oxfordien et du corallien.

Pour la partie inférieure il ne peut y avoir de doute; les ossiles, particulièrement les Ammonites, rencontrés dans ces

calcaires, bien qu'en nombre assez faible, sont parfaitement concluants ; cette division appartient à l'oxfordien.

Les choses sont moins claires pour la partie supérieure. L'exploration que nous en avons faite, combinée avec l'examen des fossiles recueillis par notre Président, nous conduit précisément à poser ces deux questions :

1° L'étage corallien existe-t-il dans les environs de Montpellier?

2° Dans le cas où il y existe, comprend-il la totalité des calcaires blancs supérieurs à l'oxfordien?

D'abord, il importe de bien préciser les faits. Je prends ici le mot *corallien* avec l'acception qu'on lui a donnée jusqu'ici en France, c'est-à-dire que j'en sépare complétement tout ce qu'on appelle kimméridgien et portlandien ou leurs équivalents, bien entendu. J'établis ces points afin d'être aussi clair que possible et nullement pour défendre l'autonomie de l'étage corallien. J'apporterai, du reste, très-prochainement à la question de la *Terebratula diphya* un contingent de faits nouveaux qui montreront bien que, si j'établis la distinction dont il vient d'être question, j'ai pour cela d'excellentes raisons.

Ceci posé, voici les résultats constatés par la Société en ce qui touche les calcaires blancs supérieurs à l'oxfordien des environs de Montpellier.

Ces calcaires ne sont pas absolument privés de restes organiques ; nous en avons rencontré aujourd'hui à diverses reprises et à différents niveaux dans leurs assises, mais ils étaient si incomplets et si mal conservés, qu'il a été impossible d'asseoir sur leur examen un jugement motivé.

Notre Président a trouvé dans ces calcaires un certain nombre de fossiles, et en particulier des coquilles contournées, ressemblant beaucoup à des Dicérates ; mais ces coquilles me paraissent différer notablement du *Diceras arietina* du corallien ; c'est aussi l'opinion de plusieurs de nos savants confrères dont la grande autorité en ces délicates matières est depuis longtemps parfaitement établie.

Maintenant, on trouve dans des assises qui paraissent plonger sous ces mêmes calcaires un nombre considérable de grosses Rhynchonelles, dont plusieurs exemplaires parfaitement conservés nous ont été soumis, et que tous les membres présents ont été d'accord avec M. de Rouville à reconnaître pour la *R. peregrina*.

Or, la station de la *R. peregrina* est dans le néocomien.

Nous savons que cette station a été contestée, mais sans preuves suffisantes. D'un autre côté, notre savant confrère M. Émilien Dumas, dont l'autorité est si grande, m'autorise à déclarer qu'il a rencontré cette espèce à Châtillon avec de nombreuses Ammonites néocomiennes. Je m'empresse de déclarer, du reste, qu'en ce qui me concerne, je ne serais nullement étonné qu'on trouvât une même espèce dans le corallien et dans le néocomien.

Dans tous les cas, le seul point acquis aujourd'hui à la question, c'est que ces calcaires renferment un genre (*Diceras*) qui n'a pas été signalé jusqu'ici en dehors du corallien, mais il paraît appartenir à une espèce différente de celle que renferme ordinairement cet étage.

2° S'il était certain que la *R. peregrina* fût bien cantonnée dans le néocomien, il deviendrait évident qu'une partie au moins des calcaires blancs des environs de Montpellier se rapporterait à cet étage ; malheureusement, comme nous l'avons vu, il n'en est pas ainsi. Toutefois, en considérant l'ensemble des caractères présentés par la partie supérieure de ces calcaires, je les rapporterais volontiers à la division moyenne du néocomien, ou *calcaire à Chama ammonia*. Mais ce n'est là qu'une impression produite par plusieurs indices (texture de la pierre, débris de polypiers, de bryozoaires, d'oursins, fragments d'Huîtres, etc.), méritant certainement d'être remarqués, mais qui ne peuvent suffire à établir la vérité de l'opinion que je viens d'émettre.

En se dirigeant du côté des Mandroux, la Société a descendu ces calcaires, a rencontré les assises oxfordiennes et, au-dessous de celles-ci, des calcaires gris foncé, les uns marneux, les autres compactes et remplis de rognons en silex. Quelques fossiles, et en particulier des empreintes assez nombreuses de *Chondrites scoparius*, mettent, sans qu'il y ait à hésiter, ces calcaires sur l'horizon de l'oolithe inférieure, ainsi qu'ils sont marqués sur la carte des environs de Montpellier, de notre Président.

Au-dessous d'eux, on rencontre, dans les ravins et près de la limite inférieure des parties observables, un calcaire presque noir en bancs assez épais et complétement rempli d'articles d'Encrines. Il se rapporte probablement à l'horizon de la *Lima heteromorpha*.

M. Belgrand complète par les observations suivantes les détails donnés sur le tuf de Castelnau.

Ce dépôt occupe aujourd'hui le sommet et le revers d'un coteau qui longe une petite vallée ouverte dans le sable de Montpellier. Il a été certainement produit par une ou plusieurs sources incrustantes, dont les eaux contenaient plus de 20 centigrammes de carbonate de chaux par litre, analogues à celles qu'on trouve encore dans un grand nombre de localités, notamment dans les montagnes jurassiques de la Bourgogne.

Mais aujourd'hui les sources de Castelnau n'existent plus; elles sont complétement taries, et j'ajouterai que dans les conditions météorologiques du climat actuel de la France, il est impossible qu'une source jaillisse au sommet du dépôt de tuf que nous avons visité ce soir. J'ai constaté par de nombreuses observations que dans les vallées entièrement perméables, comme celles dont il s'agit, on ne voit jamais de sources sur le flanc ou au sommet d'un coteau; les sources dans ces conditions sont toujours confinées au fond des vallées et à une petite hauteur au-dessus du thalweg. Il arrive même, lorsque les vallées sont courtes et débouchent dans une dépression plus profonde, qu'elles sont entièrement dépourvues d'eau courante. C'est ce qui arrive à Castelnau; la Lez draine complétement cette localité, et on ne voit aucune source dans la petite vallée, pas plus sur le thalweg qu'à flanc de coteau.

Mais j'ai constaté également qu'à l'époque quaternaire les pluies étaient tellement abondantes que les terrains les plus perméables laissaient ruisseler les eaux pluviales à leur surface, et que des sources coulaient à flancs de coteau. Les cours d'eau étaient incomparablement plus grands que nos rivières modernes. Nous en avons aujourd'hui un exemple bien frappant pour ainsi dire sous les yeux; le Rhône et ses affluents, nous l'avons vu ce matin, dans notre excursion à Cette, n'amènent plus à leur embouchure que du limon et du sable; ils entraînaient alors les énormes cailloux qui forment les plaines de la Crau et de Montpellier. A cette époque, il a donc pu exister une source au sommet du dépôt de tuf que nous avons exploré, ce qui confirme l'opinion émise par M. de Saporta, que ce tuf appartient à l'époque quaternaire, car je viens de démontrer qu'il n'a pu être déposé dans les temps modernes, et il est évidemment moins vieux que les sables de Montpellier.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Matheron rend compte d'une course qu'il a faite dans le bassin lacustre de Montpellier, tandis que les autres membres de la Société visitaient les bords de la mer et les environs de Castelnau.

M. Matheron prie la Société de lui pardonner de s'être séparé d'elle dans cette journée. Il espère que l'intérêt tout particulier que la visite des couches lacustres de la vallée de Teyran offrait, au point de vue des recherches spéciales auxquelles il se livre depuis plusieurs années, lui servira d'excuse. Il rend un hommage public à l'exactitude des masses indiquées sur la carte géologique de M. de Rouville, et dit que, grâce à cette carte, il a pu en moins d'une journée entière visiter avec fruit un grand nombre de points. Ce qu'il a vu dans sa course n'infirme en rien les conclusions de sa note du mois de mai dernier ni ce qu'il a dit dans la séance d'hier, au sujet du bassin lacustre de Montpellier en général et des couches de Grabels en particulier. Il a visité toute la vallée dans laquelle se trouvent les villages de Clapiers, Jacou et Teyran.

Le temps lui a manqué pour se rendre compte de la position qu'il convient d'assigner aux couches de marnes plus ou moins rutilantes qui existent sur le bord sud de la vallée, et auxquelles sont associées des couches de grès et de poudingues polygéniques.

Son attention s'est surtout portée sur les marnes et les calcaires qui occupent la vallée de Teyran. Tous les calcaires de cette vallée sont analogues aux calcaires blancs du bas-fond de Valmaillargues et de la base du coteau de Grabels, et comme eux caractérisés par le *Bulimus Hopei*. Il a acquis la conviction qu'il n'y avait pas, dans toute cette vallée, un seul lambeau de couches paléothériennes analogues à celles de Saint-Gely. Il a examiné en passant à Viviers les deux descenderies abandonnées, ouvertes dans le temps pour faire une tentative d'exploitation de lignite, et a cru reconnaître par l'examen des lieux que les couches dans lesquelles ont été faites ces tentatives sont sur l'horizon des lignites de la Caunette, c'est-à-dire qu'elles sont bien plus anciennes que les gypses parisiens, les lignites de la Débruge, près d'Apt, les lignites des environs de Barjac et les couches paléothériennes de Saint-Gely. Il suit de là qu'il y aurait deux niveaux de cette nature de combustible dans le bassin de Montpellier.

M. Matheron ajoute qu'il s'est rendu de la vallée de Teyran dans celle d'Assas en traversant le promontoire néocomien qui

sépare ces deux vallées, et qui expire aux environs de Viviers; il a retrouvé, dit-il, au sud d'Assas, les calcaires blanchâtres de Teyran et de Valmaillargues, et s'est trouvé en présence, à Assas même, avec des couches puissantes de grès et de poudingues qui recouvrent les calcaires précités, et qui sont à leur tour recouvertes par de nouvelles assises lacustres qui lui ont paru les analogues manifestes des calcaires de Pondres, près de Sommières. La question qui reste à résoudre est de savoir à quel horizon appartiennent les couches détritiques d'Assas; de leur horizon dépend, en effet, celui des calcaires lacustres qui leur succèdent dans la série.

Le temps a manqué à M. Matheron pour poursuivre la coupe en avançant vers Saint-Vincent.

M. Matheron termine sa communication en répétant ce qu'il a dit la veille, au sujet de la complexité du bassin lacustre de Montpellier.

M. Beaudouin fait une communication *sur des opercules de Neritopsis* (1).

La séance est levée.

Séance du 15 *octobre* 1868.

La séance est ouverte à 8 heures du soir, dans un des salons de l'hôtel de ville, sous la présidence de M. de Rouville.

M. P. Marès, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est adopté.

M. le Président, après avoir remercié l'autorité municipale de l'hospitalité qu'elle donne à la Société dans la salle de l'hôtel de ville, annonce deux présentations.

Il rend ensuite compte dans les termes suivants de la course faite pendant la journée de la veille.

(1) Voir cette communication, *Bull.*, t. XXVI, séance du 9 nov. 1868, p. 182.

Compte-rendu de la course de Vallemagne, par M. de Rouville.

Voir Pl. VIII, fig. 2.

Partie à 7 heures du matin en voiture, la Société n'a pu reconnaître les sables marins, le calcaire moellon et les marnes bleues que la route de Montpellier à Montbazin traverse successivement; c'est à la limite des dépôts marins tertiaires et du terrain jurassique que la Société a mis un moment pied à terre pour reconnaître ce contact.

Les marnes bleues, supportant à Montbazin, comme partout, les marnes jaunes, viennent buter contre les calcaires oxfordiens, au moment où la route gravit les hauteurs qui séparent la plaine de Gigean du bassin de Villeveyrac; les marnes jaunes se durcissent légèrement près du terrain secondaire; des bancs d'Huîtres (*O. crassissima*) de grande taille attestent par leur développement, comme les roches jurassiques par leur état de désagrégation, leurs formes grossièrement arrondies et leur état de perforation, la présence d'une falaise, et la production en ce lieu de tous les phénomènes qui s'observent sur le littoral de nos mers actuelles.

Le massif jurassique traversé par la route est composé de calcaires gris marneux, quelques-uns très-compactes, un grand nombre passés à l'état de dolomies caverneuses, dont quelques-unes très-friables et décomposées en sable; il forme ici, comme à Montpellier, au Crès et à Grabels, la falaise nord des sédiments marins de l'époque tertiaire, et limite du côté du sud les formations lacustres dont l'étude devait faire l'objet de la course de ce jour.

Arrivée au col, à la limite des deux bassins, la Société a pu juger de la différence très-frappante du vaste horizon lacustre, qui se développait sous ses yeux, avec la plaine marine qu'elle venait de traverser. Villeveyrac est au centre d'un bassin trahissant son origine lacustre par la diversité des couleurs et la nature variée des sédiments qui l'ont comblé ; ces dépôts constituent des gradins successifs s'étageant les uns sur les autres, s'appuyant par leur base aux contre-forts jurassiques, et présentant par cette disposition une coupe aussi variée que facile à saisir; moins net et moins aisé à établir devait être leur synchronisme.

Une tranchée effectuée dans le massif oxfordien, pour le

chemin de fer de Montpellier à Paulhan, a mis à jour, sur une largeur de cent mètres, un épanchement de matière sidérolithique, rappelant tout à fait par son faciès, sinon aussi complétement par sa composition, le minerai appelé bauxite, que l'extraction de l'aluminium a rendu célèbre dans ces derniers temps. Le fer à l'état pisolithique s'y trouve empâté dans une argile, elle-même très-ferrugineuse, qui remplit de vastes fissures et souvent jusqu'aux plus petits interstices de la roche oxfordienne.

Les circonstances du gisement retracent une origine éruptive, et présentent comme le type des phénomènes appelés geysériens par Dumont, et sur lesquels M. d'Omalius d'Halloy a appelé si souvent l'attention des géologues; cette éruption s'est faite dans le département de l'Hérault sur un très-grand nombre de points; les environs de Bédarieux la présentent au milieu de la dolomie de l'oolithe sur une très-vaste échelle. Elle se retrouve près de Montpellier, à Villeneuve, sur la route de Cette; on l'observe encore entre Creissels et Quarante, dans l'arrondissement de Béziers; elle se présente partout avec les mêmes caractères pétrographiques et dans les mêmes rapports stratigraphiques, le plus souvent au contact de deux formations d'âge très-différents, sorte de production aquoso-thermale, favorisée pour sa sortie par les failles et les dislocations.

La tranchée de Villeveyrac, où ce phénomène s'est présenté avec une aussi grande netteté, se termine, à sa partie occidentale, par des assises régulièrement stratifiées de calcaires et de marnes, lesquelles constituent le commencement d'un dépôt lacustre très-considérable, qui se développe vers Saint-Pargoire; l'argile ferrugineuse geysérienne a été reprise par les eaux qui ont déposé ces sédiments, et stratifiée à l'égal des autres assises et incluse ainsi dans les couches de cette formation lacustre.

L'attention de la Société devait se porter plus exclusivement sur la série des étages superposés qu'elle avait aperçus de Villeveyrac et négliger ces dépôts dont la tranchée de Cantagals présentait les premières strates.

Une coupe faite, en 1862, par MM. Matheron, Cazalis de Fondouce et nous-mêmes dans la direction du N. E. au S. O., a permis de reconnaître la série d'assises suivantes que je me borne à extraire du mémoire de notre confrère M. Matheron sur les dépôts fluvio-lacustres tertiaires, 1862.

La coupe ci-dessous permettra de suivre l'énumération qui se fera dans l'ordre ascendant. Je me borne à rappeler les couches, renvoyant pour les détails au texte de M. Matheron.

G. — Dépôt sidérolithique.

F. — Grès et argiles de Roquemale, marnes et grès de couleur grise ou jaunâtre à la base.

Argiles bigarrées, marnes et grès en couches nombreuses et multicolores.

Quelques minces couches de calcaire noduleux avec *Helix*, *nov. spec.* *Physa doliolum*, Math.

Argiles rouges, bigarrées en lie de vin avec gypse laminaire disséminé et grès.

E. — Calcaire de Villeveyrac et de Fondouce en couches nombreuses.

D. — Marnes jaunâtres ou violacées en couches nombreuses.

Grès assez compacte avec *Unio Cazalisi*.

Alternats de couches nombreuses de grès et de marne sableuse de couleur grise ou jaunâtre.

(Ces trois derniers termes composent le groupe des grès de Marcouine, du nom d'une ferme voisine de Fondouce.)

C. — Calcaire du Puy-d'Argent et des Dentelles en couches puissantes avec *Helix*, *nov. spec.*

Cyclostoma Baylei, Math., *Cyclostoma Luneli*, Math., *Cyclostoma bulimoides*, Math.

*B*³. — Marnes argileuses rouges, poudingues pisolithiques rosés.

*B*². — Calcaires de la garrigue de Vallemagne.

*B*¹. — Calcaire marneux et calcaire compacte en couches peu nombreuses et peu développées avec une Paludine de grande taille qui paraît nouvelle.

Marnes jaunâtres.

Calcaire marneux et calcaire plus ou moins compacte du Mas de Novi.

Marnes jaunâtres et poudingues.

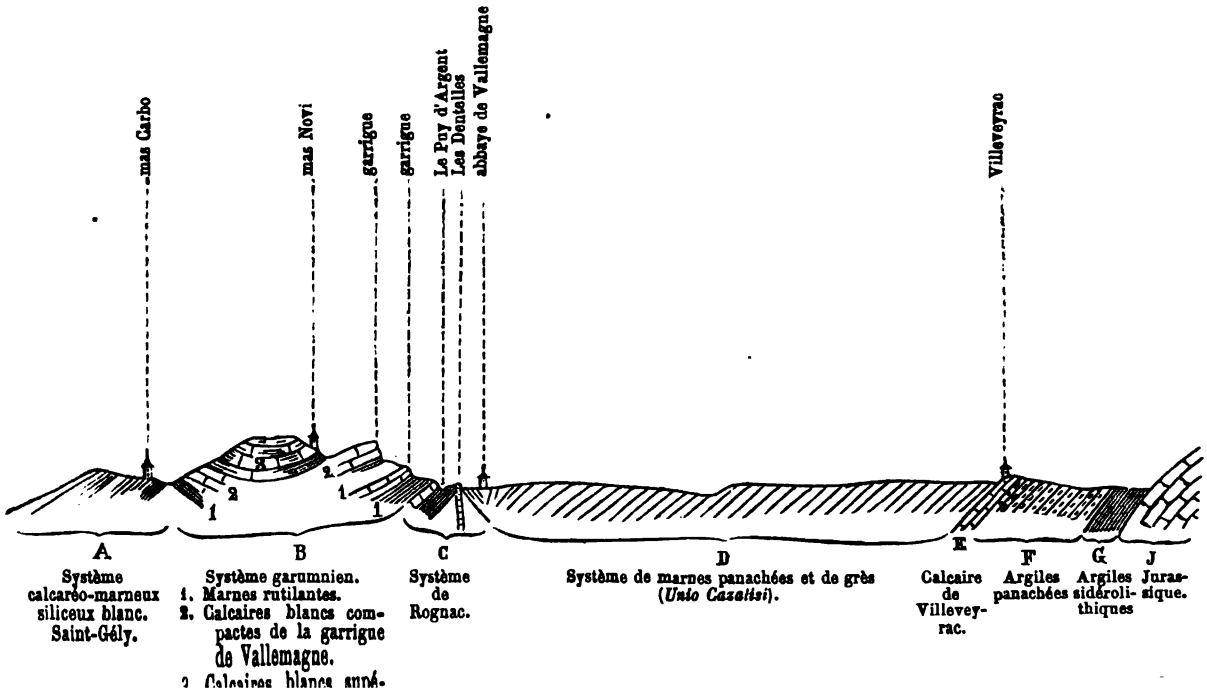
C'est à cette dernière assise que s'est arrêtée la coupe faite en 1862.

Si l'on poursuit à l'ouest, on recoupe les couches suivantes, disposées en conformité les unes avec les autres, mais en discordance très-sensible par rapport aux couches repliées en berceau du Mas de Novi.

A. — Assises de calcaire marneux blanchâtre exploité à l'O. de Marcouine, accompagnées de marnes blanches, jaunes, un peu rosées en certains endroits.

Marnes panachées et marnes rouges alternant avec des poudingues et des sables panachés.

Marnes jaunes avec calcaires et blocs roulés.


mas Carbo
mas Novi
garrigue
garrigue
Le Puy d'Argent
Les Dentelles
abbaye de Vallemagne
Villeveyrac
1
2
2
1
1
A
Système calcaréo-marneux siliceux blanc. Saint-Gély.
B
Système garumnien.
1. Marnes rutilantes.
2. Calcaires blancs compactes de la garrigue de Vallemagne.
3. Calcaires blancs sucré-
C
Système de Rognac.
D
Système de marnes panachées et de grès (*Unio Cazalisi*).
E
Calcaire de Villeveyrac.
F
Argiles panachées
G
Argiles sidérolithiques
J
Jurassique.

Plus à l'ouest, du côté de Saint-Pons, la mollasse à grandes Huîtres repose en stratification discordante sur les assises de marnes à gros blocs calcaires.

Comme nous le disions, le travail de l'analyse était simple, la coupe était nette ; une simple promenade attentive permettait de saisir chacun des feuillets de ce chapitre de l'histoire de ces formations lacustres ; mais cette histoire, il s'agissait de la lire, de l'embrasser dans son ensemble ; séparé du livre complet, ce chapitre ne pouvait avoir aucun sens ; aussi n'avait-il pas été compris des observateurs locaux qui s'étaient bornés à déchiffrer ces pages sans connaître le contexte ; c'est du contexte que la lumière devait jaillir et qu'elle a, en effet, jailli. Les phénomènes lacustres ont eu leur maximum de développement et comme leur épanouissement en Provence ; or, les couches de Villeveyrac isolées, perdues dans le département de l'Hérault, n'étaient qu'une phase de ces grands phénomènes sédimentaires ; il n'était possible d'en saisir la véritable place, qu'à la condition de connaître l'ensemble dont elles font partie.

M. Matheron, mettant à profit l'avantage tout exceptionnel de posséder dans sa région naturelle la collection à peu près complète et presque unique des archives de cette histoire si importante pour notre Midi, n'a pas eu de peine à rendre à ces terrains leur vrai synchronisme.

De son côté M. Leymerie, ainsi qu'on l'a vu dans son mémoire sur le terrain garumnien, a été amené à retrouver la date de ces mêmes dépôts en poursuivant dans son prolongement oriental le groupe d'Alet que M. d'Archiac avait déjà si nettement détaché des couches recouvrantes à Alet, près de Limoux (Aude) ; l'Aude, comme la Provence, offrait donc des termes de la série dont l'absence à Villeveyrac constituait dans cette partie de l'Hérault une lacune regrettable ; ainsi éclairée finalement de l'ouest et de l'est, l'obscurité devait disparaître ; le système de couches rutilantes, qui se développe au-dessus de l'abbaye de Vallemagne, n'est que la suite orientale des argiles à lignites et des argiles bigarrées avec *Ostrea* et Cyrènes de l'Aude, comme il continue à l'ouest les argiles ferrugineuses de Vitrolles et du Cengle, de la Provence.

Un seul point reste en litige. Faut-il rattacher au système rutilant les couches si pittoresques qui forment les dentelles près de l'abbaye? Cette question a été débattue par MM. Matheron et Leymerie, qui, n'étant pas du même avis, ont présenté tour

à tour sur les lieux mêmes les considérations qui suivront ce compte rendu. La pl. VIII, fig. 2, donne à connaître les termes du problème.

Après cette discussion, la Société s'est mise en route pour Pézenas ; cette dernière partie de la course n'a été l'objet d'aucune constatation; la route effectuée en voiture est tout entière tracée dans les marnes bleues; la colline de Marennes, entre Montagnac et Pézenas, est remarquable par la coupe naturelle qu'elle présente et les dimensions générales des Huîtres, qui y forment des bancs à diverses hauteurs La Société, après avoir observé ce gisement et recueilli un grand nombre d'échantillons de ces grandes Huîtres, est arrivée à Pézenas à la nuit tombante.

Avant de céder la parole à M. Jaubert, le Président rappelle à la Société, avec un juste sentiment de gratitude, la réception tout ensemble si luxueuse et si cordiale dont elle a été l'objet de la part de M. le marquis de Turenne, propriétaire de l'abbaye de Vallemagne. M. de Turenne, après une splendide collation offerte aux membres de la Société, les a guidés au milieu des vastes attenances de l'abbaye et du cloître, à la restauration duquel il n'a pas craint de consacrer des sommes considérables.

M. Jaubert demande à ajouter ici quelques mots. Le gisement de bauxite de Cantegals est semblable à celui où ce minerai est exploité pour l'usine de Salindres, à Cabasse (entre Soliès et Toucas, dép. du Var). La roche encaissante est jurassique ; elle a un caractère oolithique bien déterminé, et M. Jaubert a reconnu que c'était la même roche que dans le Var, soit par ses caractères pétrographiques, soit par la présence d'un petit *Pecten* (*P. Silenus*, d'Orb.). Il est fort probable que la bauxite a été injectée dans la roche de bas en haut, mais à une époque qu'il est fort difficile de déterminer exactement.

M. Coquand constate que les bauxites, qui se trouvent en effet d'ordinaire dans l'oolithe inférieure, se montrent aussi à divers étages, comme dans l'urgonien et le provencien. Quelle est leur origine? Sont-elles éruptives comme les basaltes? sont-elles contemporaines des terrains qui les

renferment ou leur sont-elles postérieures? Pour lui elles sont contemporaines. Des sources thermales minérales venaient mêler leurs dépôts aux produits que la mer déposait, et l'on trouve, en effet, dans la masse même de la roche de Cantegals, dont le grain est très-serré et qui est bien de l'oolithe inférieure, de la bauxite, insinuée de la façon la plus intime. De plus, la bauxite affecte ici, sur une grande partie, le caractère oolithique de la roche encaissante.

M. Leymerie est bien de l'avis de M. Coquand sur la formation de ces aluminates de fer par des eaux thermales ferrugineuses, mais il croit que leur apparition n'a eu lieu que longtemps après le dépôt du calcaire et à travers une fracture de cette roche indiquée par des dislocations qu'il a très-bien observées.

M. Coquand demande comment il se fait alors qu'à Châtillon-sur-Seine, par exemple, le minerai remplisse les Ammonites et les convertisse en oolithe ferrugineuse.

M. de Rouville est de l'avis de M. Leymerie. Il admet deux modes de dépôt pour le fer : l'un, éruptif, geysérien, dont la bauxite serait le type ; l'autre, sédimentaire, contemporain des couches qui l'enveloppent, dont le minerai de la Voulte offre un exemple dans le Midi.

M. Matheron pense que tout l'ensemble de marnes, de calcaires et de grès lacustres qui forment le bassin de Villeveyrac, inférieur au garumnien, mais postérieur aux lignites de Fuveau, est évidemment de la période de la craie supérieure. Cet ensemble est constitué à la base par une couche rouge, reposant directement sur le jurassique et due aux remaniements des argiles ferrugineuses, et se termine par les calcaires des Dentelles. Ceux-ci correspondent aux calcaires à *Lychnus* de Rognac, dont ils renferment la faune, et représentent dans la série lacustre l'horizon de la craie de Maëstricht. C'est au-dessus de ces calcaires seulement que commence à Vallemagne le système garumnien.

M. Leymerie pense que toutes les assises comprises entre l'abbaye de Vallemagne et le Mas del Novi doivent appartenir

au garumnien, et qu'il n'y a pas lieu de priver cet étage des dentelles dont la nature semble avoir voulu l'orner. Pour rattacher les rochers des dentelles de Vallemagne à l'étage garumnien, il s'appuie d'abord sur l'analogie lithologique et stratigraphique qui saute aux yeux lorsque, quittant l'abbaye, on vient à traverser tout cet ensemble, qui diffère essentiellement du système compris entre Villeveyrac et l'abbaye, lequel représente ici le sénonien lacustre de Fuveau. M. Matheron voudrait particulariser cette assise des dentelles au point d'en faire un faciès lacustre de la craie de Maëstricht. Or, convient-il d'admettre ici, où il n'existe que des fossiles d'eau douce, une séparation que nous ne parvenons pas à introduire dans le sénonien marin de la Haute-Garonne, où cependant se trouvent les espèces les plus caractéristiques de la craie supérieure du Limbourg? Les fossiles des dentelles, dit M. Matheron, diffèrent beaucoup de ceux des calcaires supérieurs. Mais dans le faciès marin de l'étage garumnien, les couches inférieures à *Cyrènes* et à *Sphérulites* n'ont absolument rien de commun avec la colonie, et cependant elles font toutes également partie d'un seul et même groupe. Il paraîtrait plus naturel à M. Leymerie, si son confrère tient à spécialiser les dentelles, de les assimiler aux couches à *Cyrènes* d'Auzas. Pour lui, il pense qu'il n'y a pas lieu d'introduire tant de précision dans une question qui ne lui en paraît pas susceptible, et que le terrain à lignites de Fuveau est assez puissant pour comprendre à la fois la craie blanche et la craie de Maëstricht, qui ne doivent pas plus être séparées ici que dans la Haute-Garonne.

M. Matheron ne se rend pas compte des motifs qui portent M. Leymerie à faire entrer les rochers des Dentelles dans son terrain garumnien, et il fait remarquer, dans tous les cas, que la coupe tracée par son savant confrère n'est pas complète. Dans cette coupe, en effet, ne figurent pas les nombreuses couches de grès, de marnes et de calcaires de Villeveyrac, lesquelles constituent une puissante série qui sépare les rochers des Dentelles du terrain jurassique, et que les lois de la paléon-

tologie obligent d'associer à ces roches. Comme conséquence de l'opinion de M. Leymerie, il faudrait donc faire passer dans le garumnien, non pas seulement les rochers des Dentelles, mais tout l'étage de Villeveyrac, lequel, ainsi que M. Matheron a eu l'occasion de le dire à diverses reprises, est l'équivalent manifeste de celui de Rognac (Bouches-du-Rhône).

Or, la faune de Rognac n'a absolument rien de commun avec celle du garumnien lacustre, tel qu'on le connaît dans le Midi de la France. Cela étant, il est permis de se demander à quel titre, pourquoi et comment M. Leymerie établit une association entre deux étages aussi complétement disparates?

M. Matheron ajoute que les intéressantes observations faites en Espagne par M. Leymerie viennent à l'appui de la séparation qui existe en réalité entre les deux étages. En effet, les couches que ce savant a eu l'occasion d'observer en Espagne sont, au dire même de l'observateur, analogues à celles du département de l'Aude, et, pas plus que ces dernières, ne renferment un seul vestige de la faune de Rognac. Or, comme il est cependant certain, d'après les observations de MM. de Verneuil et Coquand, qu'il existe en Espagne, mais dans d'autres localités que celles citées par M. Leymerie, des couches incontestablement identiques avec celles de Rognac, il faut bien admettre qu'en Espagne, comme en France, la faune de Rognac est indépendante de celle du garumnien.

Au surplus, pour tout ce qui se rattache à cette question de l'étage de Rognac, M. Matheron s'en réfère à une note qu'il a adressée à la Société géologique, en mai dernier, et qui a paru dans le présent volume du *Bulletin*, p. 762.

Après cette discussion, M. Cazalis de Fondouce rend compte dans les termes suivants de la course que la Société a faite dans la matinée d'aujourd'hui au volcan d'Agde.

Compte rendu de la course faite au volcan d'Agde; par M. Cazalis de Fondouce.

Voir Pl. IX, fig. 4 à 8.

Le département de l'Hérault présente des roches volcaniques sur un grand nombre de points. Dans une de ses courses précédentes, la Société avait eu l'occasion de visiter le piton vol-

canique de Montferrier, situé à peu de distance de Montpellier, au milieu des poudingues lacustres éocènes. Dans les courses qu'elle est encore appelée à faire, elle rencontrera aux environs de Clermont et de Lodève des épanchements basaltiques considérables; mais les volcans qui se groupent dans les environs d'Agde, de Bessan et de Saint-Thibéry, présentent entre tous ce fait particulier qu'ils appartiennent à une période toute récente. Parmi ceux-ci, le plus important sans contredit est celui d'Agde, et c'est celui-là que la Société a été invitée à visiter dans la matinée de ce jour; elle a traversé ensuite en chemin de fer, en se rendant à Pézenas, la région volcanique de Bessan et de Saint-Thibéry.

La ville d'Agde, bâtie sur la rive gauche de l'Hérault, est assise sur un épais massif de basalte, auquel ont été empruntés les matériaux de sa construction ; de là cet aspect sombre et particulier qui lui a valu le surnom de *ville noire*. Partie de la ville à 6 heures du matin, la Société a traversé la petite plaine basaltique qui s'étend devant elle et s'est dirigée vers le *mas de Tredos* et le *mas de Ménard*. C'est ici qu'ont commencé ses observations.

Grâce à des tranchées ouvertes pour le chemin de fer et aux chemins creux qui sillonnent la base de la colline, elle a pu reconnaître sur divers points, et notamment près de *Ménard*, la succession de couches qui est indiquée dans la fig. 5, c'est-à-dire, à la base, les cailloutis quaternaires, recouverts par un tuf volcanique à assises généralement régulières, légèrement inclinées de la colline vers la plaine, mais quelquefois très-tourmentées par suite de l'éruption des basaltes qui les ont traversés et en certains points se sont répandus au-dessus d'eux.

En revenant sur la route et en continuant à nous diriger vers la montagne, nous avons remarqué la fig. 6, qui offre une faille dans le cailloutis et le tuf, due évidemment à la même cause, l'éruption du basalte.

Après ces observations, la Société s'est dirigée vers le sémaphore, qui se trouve au sommet du pic le plus élevé; mais, à peine avait-elle commencé à gravir la pente qui y mène, qu'elle a pu constater un changement complet dans le terrain. Aux couches régulières des tuffas succèdent des amas de cendres, de lapilli, de pouzzolanes, et surtout de laves scoriacées.

Arrivés au sommet de la colline, qui est à 115 mètres au-dessus du niveau de la mer, après avoir accordé un temps suf-

fisant à la contemplation du spectacle qui nous était offert par la vaste étendue des eaux tranquilles de la Méditerranée et par la riche plaine de l'Hérault qui se déroulait de l'autre côté sous nos yeux, nous avons reporté nos regards sur le territoire qui s'étendait immédiatement à nos pieds. Nous avons reconnu alors que le volcan d'Agde, qui, de loin et sous une certaine direction, présente l'aspect d'une seule colline conique, est formé en réalité de sept cônes différents, parmi lesquels nous citerons comme les principaux le *grand Pioch*, qui forme la masse la plus importante et la plus élevée, sur lequel nous nous trouvions, le *petit Pioch* et enfin le *Pioch d'Août Castel*. Tout cet ensemble, dont l'aspect est assez semblable à celui d'une coupe démantelée, constitué par les cendres, les pouzzolanes, les laves scoriacées, représente évidemment le cratère, c'est-à-dire le point principal d'émission du volcan d'Agde. Quant aux cônes qui le hérissent, trois au moins, ceux que nous avons nommés plus haut, sont des points adventifs d'émission de la matière scoriacée.

Autour de cet ensemble, que nous pouvons considérer maintenant comme un cône unique, et qui porte le nom de *mont Saint-Loup*, se déroule une ceinture de tuf volcanique, déchirée sur certains points, de façon à laisser apparaître à nos yeux le cailloutis siliceux sur lequel il s'est étendu. Au delà et recouvrant le tuf au moins en partie, se montrent des îlots de basalte, dont le plus étendu, limité d'un côté par l'Hérault, et d'un autre se perdant sous les sables de la côte, forme la plaine d'Agde. Un autre de ces îlots de basalte, celui de la *Clape*, présente une particularité qui devait attirer notre attention, son prolongement par un dyke qui va former le *cap d'Agde*. C'est donc vers ce point que s'est dirigée la Société en descendant du sémaphore.

En arrivant vers la Clape nous avons vu les couches de tuf se relever contre le basalte. Mais ce relèvement est surtout très-sensible en longeant le dyke jusqu'au cap. Dans toute cette ligne le basalte a été exploité pour la construction du môle établi par Richelieu à son extrémité. Ainsi a été substituée au dyke une sorte de longue tranchée, au fond de laquelle on retrouve la roche, mais dont les parois sont formées par le tuf dont les couches sont relevées des deux côtés les unes contre les autres. Cette influence de l'éruption du basalte, sur la position des dépôts antérieurs, est toute localisée sur les bords du dyke ; quelques mètres seulement au delà, les couches tuf-

facées sont de nouveau horizontales. En les rongeant par leur battement incessant, les flots de la mer ont creusé dans celles-ci un cirque, qui forme l'extrémité du cap, sur laquelle est bâti le fort, et, au milieu de ce cirque, le mur de basalte, lui-même démoli, a laissé comme témoins trois rochers isolés, que la légende populaire a nommés *les Trois Frères* (fig. 8).

A peu près dans la direction du dyke, on voit, à une demi-lieue en mer, l'île de Brescou qui est la sentinelle avancée du volcan d'Agde. La Société, ayant terminé là ses observations, est rentrée directement à Agde.

D'après ce que nous venons de dire, le volcan d'Agde est très-récent. Nous avons vu, en effet, que les matériaux qu'il a émis ont recouvert les cailloutis quaternaires, et la Société a pu reconnaître le même fait dans la tranchée de Saint-Thibéry. Ceux-ci recouvrent à leur tour, non loin de Pézenas, comme nous l'avons vu dans une autre course, des alluvions volcaniques qui renferment des restes d'animaux appartenant à la faune pleistocène de Saint-Prest. Or, il est incontestable aujourd'hui que l'homme a habité l'Europe occidentale à l'époque du diluvium et même à celle des dépôts de Saint-Prest. Nos prédécesseurs ont donc vu s'allumer, brûler et s'éteindre les volcans d'Agde et de Saint-Thibéry. Les historiens et les géographes anciens ne nous ont pourtant pas conservé le souvenir de ces grands phénomènes. Il faut donc admettre qu'ils avaient cessé de se manifester avant l'époque historique, et que leur durée doit être fixée entre celle-ci et celle de la pierre éclatée. S'il était permis de faire des suppositions en histoire naturelle, nous serions tentés de rapporter la période d'activité de ces volcans vers l'âge du Renne.

M. Matheron prend la parole pour rendre compte de l'excursion que la Société a faite dans l'après-midi.

Compte rendu de la course faite dans les environs de Pézenas, sur les bords du Riége et dans les collines de Saint-Siméon; par M. Matheron.

Voir Pl. IX, fig. 9.

Partie de Pézenas à une heure, la Société s'est dirigée vers le Riége, jetant en passant un coup d'œil sur les dépôts marins de la contrée dont la partie supérieure est constituée par ce

que M. de Rouville appelle la mollasse à dragées (à cause des cailloux amygdalaires de silex blanc qui y abondent).

Elle a vu dans le lit d'un ravin situé aux environs du Riége ou ruisseau de St-Martial cette mollasse à dragées recouverte par des couches sédimentaires à éléments basaltiques.

Elle s'est rendue ensuite au lieu même dit le Riége, où existe un terrain sédimentaire formé de couches à éléments basaltiques, parmi lesquelles sont intercalées quelques couches de travertin plus ou moins compacte ou marneux. Dans l'une de ces couches, la Société a vu et recueilli une espèce de Limnée qui paraît être l'analogue du *Limnæa ovata* du monde actuel.

Mais ce que ce gisement offre surtout de remarquable, c'est qu'il rappelle les recherches paléontologiques qui y furent faites par Reboul, correspondant de l'Institut, qui habitait Pézenas et qui y découvrit plusieurs espèces de mammifères appartenant tous à cette intéressante et mystérieuse époque qui se rattache au berceau du genre humain et aux études préhistoriques.

Sur quelques points du Riége affleurent des couches assez puissantes de travertin assez blanc et très-dur, qui semblent sortir des sédiments volcaniques et dont la position par rapport à ces sédiments n'est pas facile à saisir. Quelques membres ont pensé qu'elles pourraient être plus anciennes, c'est-à-dire qu'elles pourraient exister au-dessous des couches volcaniques, tandis que d'autres les ont considérées comme analogues aux petites couches de calcaire qui sont intercalées dans les sédiments basaltiques (1).

La Société a constaté que les couches du Riége se présentent

---

(1) Quelques jours après, nous avons eu l'occasion, M. Tournoüer et moi, d'observer des faits qui démontrent que cette dernière opinion pourrait n'être pas fondée.

Nous avons été très-obligeamment et très-hospitalièrement conduits par MM. de Grasset et Mazuc sur un gisement de sédiments volcaniques qui affleure sur les bords de la Boyne, au confluent du Ruisseau de l'Estang (commune de Fontès), qui nous a vivement intéressés et dont l'étude est des plus faciles.

On voit sur les bords de la Boyne la mollasse marine avec Anomies et *Ostræa crassissima* transgressivement recouverte par un dépôt puissant de travertin et de calcaire lacustre généralement très-dur et exceptionnellement marneux, avec Hélices et Planorbes dans les couches marneuses.

A son tour, ce dépôt lacustre est recouvert par de très-nombreuses cou-

sous des inclinaisons diverses et assez prononcées; d'où il suit qu'elles ont été soulevées ou affaissées après leur dépôt.

La Société a quitté le Riége pour gravir les hauteurs qui dominent cette localité. Elle a constaté sur ces hauteurs l'existence d'un très-puissant diluvium, composé de petits cailloux, tous quartzeux, qui paraît avoir emprunté ses éléments aux roches de la Montagne Noire. Ce diluvium, sur la nature et l'origine duquel la Société a entendu les intéressantes explications de M. de Rouville, diffère beaucoup de celui qu'on observe dans la vallée du Rhône. Dans diverses localités de la contrée, notamment sur les hauteurs de Valros, il est recouvert par le basalte, que M. de Rouville a signalé à distance dans la direction du Sud.

La Société a constaté, en traversant les coteaux qu'elle venait de gravir et en les redescendant, que ce diluvium recouvrait les dépôts sédimentaires volcaniques là où ces dépôts existaient, et qu'en leur absence il était immédiatement en contact avec les couches de mollasse à dragées; elle a constaté dans cette mollasse la présence de quelques petites valves d'Huîtres.

La Société s'est ensuite dirigée vers la butte de Saint-Siméon; elle a gravi cette butte qui est presque entièrement formée par cette mollasse, et elle a constaté à son sommet l'existence d'un lambeau de calcaire lacustre sur lequel MM. de Rouville et de Grasset ont donné des explications, desquelles il résulte que des calcaires similaires existent ailleurs dans les environs de Pézenas.

---

ches de sédiments basaltiques avec minces couches calcaires intercalées, absolument identiques avec les couches qui constituent le gisement du Riége.

Les couches sédimentaires des bords de la Boyne inclinent dans un sens opposé à celui du cours de la rivière et se terminent brusquement contre un mamelon de basalte compacte non altéré, au contact duquel elles sont relevées en courbe. Ce fait démontre péremptoirement que le basalte a subi un soulèvement après le dépôt des sédiments volcaniques.

Les faits que je viens de signaler dans cette note, à laquelle s'associe mon ami M. Tournoüer, démontrent, conformément aux observations antérieures de MM. de Rouville et de Grasset, qu'il existe dans la contrée des dépôts de travertin et de calcaire lacustre antérieurs aux sédiments basaltiques de la Boyne et postérieurs à la mollasse marine de la même localité.

Il est extrêmement probable que les couches de travertin qui affleurent çà et là au Riége, au milieu des couches sédimentaires, dépendent de ces dépôts. M. de Rouville y verrait plutôt un dépôt local et contemporain.

(*Note de M. Matheron.*)

A la nuit, la Société rentrait à Pézenas.

Dans la matinée, tandis que leurs confrères visitaient les basaltes des environs d'Agde, MM. Alb. Gaudry, de Saporta, Tournouër et Matheron se sont rendus à Caux pour y observer des couches lacustres signalées depuis longtemps à la science et qui sont caractérisées par l'*Helix Rebouli*, dont la description par Leufroy remonte à quarante années.

Ce dépôt lacustre est composé de calcaire marneux et de calcaire compacte. Il a été mis à découvert dans une carrière ouverte pour la fabrication de la chaux. Il occupe le fond de cette carrière, et il n'est pas possible d'observer de quelle nature et de quel âge sont les couches qu'il recouvre. Mais il est recouvert par quelques couches de mollasse marine littorale, et sa surface supérieure offre les caractères manifestes d'un ancien rivage de la mer, tels qu'érosions, rugosités, perforations diverses et débris de coquilles. Des Huîtres, plus ou moins roulées ou usées par le frottement, abondent sur cet ancien littoral. M. Matheron croit avoir reconnu parmi ces Huîtres l'*Ostrea plicatilis*, Marcel de Serres, qui appartient à l'horizon du calcaire moellon de cet auteur et qu'on retrouve dans l'île Sainte-Lucie, au sud de Narbonne.

En l'état des observations, il n'est pas possible de déterminer exactement quelle est la position qu'occupe le calcaire lacustre de Caux. Il est certain que ce calcaire est plus ancien que celui de Saint-Siméon, mais il n'est pas démontré qu'il soit situé sur l'horizon même des calcaires lacustres des environs de Narbonne (1).

---

(1) Avant de quitter les environs de Pézenas, nous sommes allés visiter les environs de Magalas, où nous savions par M. de Rouville qu'il existait des couches lacustres intercalées dans la mollasse. A notre grand étonnement, nous avons vu qu'il existait dans cette intéressante localité au moins cinq étages lacustres séparés par des marnes marines et des couches de mollasse à dragées avec *Ostrea crassissima*. Les valves de cette espèce sont littorales, c'est-à-dire qu'elles sont souvent usées par le frottement et qu'elles sont intimement unies aux cailloutis de la mollasse à dragées. L'un de ces étages calcaires est extrêmement puissant : c'est celui qui nous avait été signalé par MM. de Rouville et de Grasset et qui est exploité pour l'alimentation du four à chaux situé sur le bord de la route au N. O. de Magalas. Cet étage, qui est caractérisé par un *Helix* à déterminer, recouvre un alternat de dépôts marins et de couches lacustres et se trouve, à son tour, recouvert par un alternat de dépôts marins et de deux étages lacustres avec

En résumant et en coordonnant les observations qui ont été faites hier dans les environs de Montagnac et aujourd'hui aux environs de Pézenas, on voit que les couches sédimentaires qui ont fait l'objet des études de la Société occupent de haut en bas la position stratigraphique suivante :

1° Sur le haut des coteaux : diluvium entièrement quartzeux, reposant presque partout sur la mollasse à dragées et, exceptionnellement au Riége, sur les dépôts sédimentaires basaltiques à *Elephas meridionalis*.

2° Couches de sables basaltiques avec intercalation de minces couches calcaires, avec Limnée. Gisement des restes de mammifères découverts par Reboul.

3° Calcaire lacustre de Saint-Siméon.

4° Mollasse marine à dragées qui constitue la partie supérieure de la mollasse marine et qui paraît être plus ancienne que les sables supérieurs de Montpellier.

5° Couches marines diverses avec *Pecten*, qui paraissent correspondre au calcaire moellon de Montpellier et aux marnes jaunes de Caunelle.

6° Marnes grises et jaunes plus ou moins sableuses avec intercalation de deux couches d'*Ostrea crassissima*, dents de *Lamna*, Myliobates.

7° Marnes grises ou bleuâtres, dont la partie inférieure est probablement sur l'horizon des marnes de Foncaude.

Nous extrayons des *Notes* de M. Boué, *sur les environs de Pézenas*, présentées dans la séance de la Société géologique du 17 juin 1833 (*Bull. Soc. géol.*, 1re série, t. III, 1832 à 1833, p. 327), les quelques lignes suivantes relatives à la constitution de la colline de Saint-Siméon :

« On y voit de bas en haut les couches suivantes : argile marneuse bleue, banc de 12 pieds d'épaisseur composé d'un calcaire coquillier avec beaucoup de débris de coquilles, en particulier du genre Turritelle, Dentales *Cardium*, Huître, Cythérée, moules, Crassatelles et Pétoncle ; sable jaune ; argile marneuse bleue avec tubulures remplies de sables ; plus haut, après un intervalle couvert, des marnes blanches jaunâtres qui peuvent bien être un dépôt d'eau douce ou fluviatile, du calcaire compacte d'eau douce, et

---

Helix et Planorbe. Le temps nous a manqué pour étudier cette localité ; mais il paraît résulter de ce que nous avons observé à la hâte qu'il existe aux environs de Magalas des couches lacustres, qui paraissent respectivement correspondre au calcaire lacustre de Caux, à celui de Saint-Siméon et probablement aussi à celui de Fontès. (*Note de MM. Tournoüer et Matheron.*)

enfin du grès grossier à pâte silicéo-calcaire et à fragments de bivalves marins. »

Le calcaire d'eau douce intercalé dans le terrain marin qui a si fort intéressé quelques-uns de nos confrères, et que nous avons retrouvé en d'autres points non encore signalés, Fontès, Saint-Geniès, Magalas, avait été reconnu par Henri Reboul, de Pézenas, membre correspondant de l'Institut, antérieurement à la communication de M. Boué, et désigné par lui sous le nom de *calcaire mixte*, à cause de son intercalation au milieu des couches marines.

M. Boué l'a signalé encore dans le vallon de Vareilles et aussi à Caux, près de Pézenas (*ibid.*, p. 330) : « En allant, dit-il, de Caux à Alignan, l'on passe sur du calcaire d'eau douce, recouvrant comme à Vareilles, du grès et du calcaire coquillier. »

Dans la même *Note*, M. Boué parle du gîte ossifère du Riége dans les termes suivants : « Entre Alignan et Pézenas, se trouve près de Monplaisir, non loin du Riége, un vallon très-évasé, dont le sol est formé par une argile marneuse rouge à cailloux de quartz ; c'est ce dépôt qui recèle des os de Mammouth, d'Eléphant et de Cerf gigantesque, et il paraît avoir la plus grande analogie avec celui du Val d'Arno supérieur. » Reboul signalait ce même gîte en 1834 (*Mém. Soc. géol.*, 1re sér., t. I, 2e part., p. 201); plus tard, dans la séance du 18 novembre 1833, Marcel de Serres rappelait que depuis plus de trois ans il avait publié des détails sur Pézenas semblables à ceux donnés par M. Boué, et confirmait le rapprochement établi par ce dernier entre le Riége et le Val d'Arno par le fait qu'on y découvrait à peu près les mêmes espèces animales et particulièrement l'*Elephas meridionalis*, de Nesti.

En 1835, Jules de Christol a donné une très-bonne description pétrographique des couches du Riége (*Ann. des Sc. nat.*, 2e série, t. IV, p. 195).

M. Paul Gervais, dans la deuxième édition de sa *Zoologie et Paléontologie française*, 1859, p. 356, attribue à la faune du Riége l'âge pléistocène, mais commet dans sa description une erreur sur le gîte précis de cette faune. (*Note du Président de la session*).

M. de Rouville tient à établir que le nom de M. de Grasset ne saurait être séparé du sien dans les résultats des observations qui paraissent avoir provoqué d'une manière toute spéciale l'attention de la Société.

M. Belgrand appelle dans les termes suivants l'attention de la Société sur les cailloutis qu'elle a vus au Riége et à Saint-Aunès dans une course précédente.

M. de Rouville nous a fait voir à Saint-Martial et le long du ruisseau qui porte le même nom des terrains de transport

d'autant plus intéressants qu'on peut fixer leur origine et leur âge avec une certaine précision.

Nous avons vu d'abord les terrains miocènes, la mollasse, mais un peu modifiée; aux sables limoneux qui la composent ordinairement s'ajoutent de nombreux petits cailloux de quartz blancs, d'une grosseur presque uniforme, qui ont fait donner à ce terrain le nom de mollasse à dragées. Ce dépôt, incontestablement d'origine marine, s'est formé, comme celui des autres terrains tertiaires de la contrée, dans les nombreux sinus ou golfes qui découvraient le pied des collines qui bordent la plaine de Montpellier. C'était évidemment un rivage. On connaît même le point de départ des petits cailloux blancs qui, suivant M. de Rouville, ont été arrachés des filons de quartz de la montagne Noire par les cours d'eau.

En montant jusqu'au sommet du plateau de Saint-Martial, à l'altitude de 100 mètres environ, M. de Rouville nous a fait voir un autre dépôt des mêmes cailloux blancs et de sable limoneux rougeâtre. Les cailloux sont très-roulés, exactement semblables à ceux de la mollasse à dragées. Ils ont certainement la même origine; ils proviennent des filons de quartz de la montagne Noire; mais ce dépôt supérieur est plus récent que celui de la mollasse à dragées, car il en est séparé dans la localité par une couche plus ou moins épaisse de sable argileux sans consistance, et, suivant M. de Rouville, les sables de Montpellier à *Rhinoceros megarhinus* et à *Mastodon brevirostris* seraient une autre formation intermédiaire.

M. de Rouville nous a encore fait remarquer que ce terrain de transport était plus ancien que les cônes volcaniques de la contrée. Près du chemin de fer à Agde et sur le plateau du parc de Pézenas, il est recouvert par des coulées de basalte. Il est également plus ancien que les vallées qui sillonnent les plateaux (1).

Si, par la pensée, on suppose les lieux rétablis dans leur état primitif, les cailloux des plateaux de Saint-Martial s'étendraient sans discontinuité, du côté de la mer, jusqu'à la plaine d'Agde, et, du côté des montagnes, jusqu'à l'altitude 231^{m} vers Ro-

(1) Il est impossible qu'un terrain de transport caillouteux reste à la surface d'un plateau découpé par des vallées sans former de dépôts dans ces vallées. Les limons seuls peuvent s'étendre sur les plateaux sans laisser de traces sur les flancs des vallées.

quessels. L'étendue du plateau qu'ils recouvrent, mesurée parallèlement à la mer, dépasse 20 kilom., suivant M. de Rouville (1).

Ces dispositions ne laissent aucun doute sur l'origine de ce dépôt. Aucun cours d'eau ne peut réduire des cailloux durs à cette grosseur presque uniforme et les étendre régulièrement sur une aussi grande surface au-dessus d'un terrain sans consistance, avec une pente aussi énorme, sans ouvrir en même temps dans les plateaux de profonds sillons. C'est alors dans ces sillons que se serait portée la force du courant et que les alluvions caillouteuses se seraient accumulées; un seul agent, la mer, a pu donner à ce dépôt des plateaux l'aspect que nous lui voyons aujourd'hui. Il faut donc admettre que dans ces temps anciens la mer venait battre le pied de ce grand cirque de montagnes dont la base passe par Roquessels et se trouve à 230^{m} d'altitude. A cette altitude s'est formé un cordon littoral le long duquel les vagues étendaient les cailloux descendus de la montagne Noire, absolument comme elles étendent encore les sables du Rhône, entre l'embouchure de ce fleuve et la montagne d'Agde. Au fur et à mesure que le niveau de la mer s'est abaissé, la plage de cailloux émergée s'est étendue en vastes plateaux jusqu'au rivage actuel de la Méditerranée.

Cette explication est justifiée par les faits; car, dès que la mer s'est retirée, les terrains sans consistance qui se trouvent sous la couche de cailloux des plateaux n'ont pu résister à l'action des eaux pluviales; des vallées s'y sont creusées et leur alluvion s'est formée aux dépens du dépôt des plateaux et des cendres volcaniques. En général, le fond du ravinement vers Saint-Martial s'est arrêté sur le terrain plus résistant de la mollasse à dragées. M. de Rouville nous a fait voir qu'au-dessus s'étendait un dépôt alluvial, formé à sa base de débris volcaniques et de petits cailloux blancs des plateaux, et, à sa partie supérieure, de cailloux blancs et de sable sans mélange de cendres volcaniques. C'est entre ces deux alluvions que M. de Grasset a découvert des ossements très-intéressants et qui permettent de fixer l'âge de ce remaniement du dépôt des plateaux. Nous avons vu ces ossements dans sa collection. Je ne dirai rien d'un bois de grand Cerf dont l'âge peut être incer-

(1) J'ai trouvé ce même dépôt de cailloux blancs, il y a une vingtaine d'années, au pied de la montagne Noire, près de Castelnaudary, sur le plateau qui borde la vallée d'un des affluents du Fresquel, l'Argentouiré.

tain, mais une molaire complète d'Éléphant méridional a été aussi trouvée à Saint-Martial.

Or, on sait aujourd'hui que l'Éléphant méridional a vécu, soit à la fin de l'époque pliocène, soit dans les premiers temps de l'époque quaternaire. Les alluvions remaniées de Saint-Martial remontent donc à cette époque, et, par conséquent, le dépôt caillouteux des plateaux voisins aux dépens duquel elles se sont formées est probablement pliocène. Je dis des *plateaux voisins*, car dans un terrain aussi meuble que celui de Saint-Martial le creusement de ces petites vallées devait suivre rapidement le retrait de la mer. Nous avons vu aux Aguales une petite vallée dont un des rameaux est en voie de formation, et on comprend sans peine qu'une seule grande pluie, comme celles qui tombent encore de nos jours dans ce pays, pourrait creuser des ravins presque aussi profonds. Il est donc très-possible que, lorsque l'Éléphant méridional laissait ses os à Saint-Martial, la mer était à peu de distance encore, remaniant les cailloux des bas plateaux de la plaine d'Agde. Dans cette hypothèse, les cailloux de la plaine d'Agde seraient quaternaires, tandis que ceux de Saint-Martial seraient pliocènes. On voit qu'il est bien difficile de séparer le pliocène supérieur du quaternaire, et que les géologues qui n'admettent pas cette séparation, comme M. Paul Gervais, ont peut-être raison. Je ne pense pas d'ailleurs que M. de Rouville considère les cailloux de la plaine d'Agde comme pliocènes. Dans la tournée d'aujourd'hui il les a désignés comme appartenant à l'époque quaternaire.

Le retrait de la mer, ou, si l'on veut, le relèvement du continent, a donc été extrêmement lent, puisque le dépôt caillouteux s'est formé à Saint-Martial à la fin de l'époque pliocène, et, dans la plaine d'Agde, dans les temps quaternaires, et cela sans discontinuité.

Ce relèvement lent du continent fait comprendre immédiatement comment les énormes cailloux des plaines de la Crau et de Montpellier ont pu descendre des Alpes jusqu'à la mer pendant l'époque quaternaire. Le Rhône ne peut charrier aujourd'hui, à son embouchure, que du sable et du limon (1), ce qui

(1) Les autres grands fleuves du globe, l'Amazone, le Mississipi, le Gange, n'amènent également que du limon à leur embouchure. On sait que quelques-uns d'entre eux, le Gange, notamment, charriaient du gravier à l'époque quaternaire.

tient à ce qu'il est presque dépourvu de pente dans cette partie de son cours, et on se demande quel pouvait être le fleuve, qui, dans ces temps anciens, mettait en mouvement des graviers comme ceux de la Crau, dont un homme peut difficilement soulever les blocs les plus volumineux.

Mais, en examinant les bords du Rhône, on voit des traces d'anciens lits à une grande hauteur au-dessus du niveau actuel, et cela doit être, puisque le continent était, à l'origine de l'époque quaternaire, beaucoup plus bas qu'aujourd'hui. Le Rhône pouvait alors couler à une altitude plus grande, *avec une pente probablement moindre que la pente moderne;* car, le volume de ces eaux étant plus grand, son régime n'aurait pas été permanent si la pente avait été égale ou plus forte; il aurait immédiatement abaissé son lit par affouillement.

Le continent se relevant lentement, il se formait des chutes vers l'embouchure. Par exemple, si le relèvement du continent était d'un mètre par siècle ou d'un centimètre par an, il est évident qu'il se formait aux Bouches-du-Rhône un seuil de 0^m01 au bout d'un an, de 0^m10 au bout de 10 ans et ainsi de suite. A la profonde embouchure d'un grand fleuve, ces petits exhaussements du lit pouvaient exister pendant longtemps sans modifier le régime; mais il arrivait un moment où le seuil était assez élevé pour déterminer une chute, et alors il se formait des rapides qui se propageaient de l'aval vers l'amont et augmentaient considérablement la puissance de transport du fleuve dans le voisinage de la mer. C'est alors que les gros cailloux pouvaient se déplacer et arriver jusqu'à l'embouchure.

J'ai constaté des faits analogues dans le bassin de la Seine. A l'origine de l'époque quaternaire, la pente du fleuve parisien était presque nulle; son lit était beaucoup plus élevé qu'aujourd'hui et la puissance de transport très-faible; au fur et à mesure que le continent se relevait, des rapides se formaient à l'embouchure, remontaient vers l'amont et augmentaient momentanément la puissance du transport, de telle sorte que le transport des graviers devenait possible.

C'est ainsi, on n'en saurait douter, que sont descendus, pendant l'époque quaternaire, jusqu'à l'extrémité des vallées, ces masses de graviers et ces gros blocs, que les fleuves, quel que fût le volume de leurs eaux, auraient été impuissants à déplacer dans des temps de régime normal.

Après quelques observations de M. Coquand, sur la cause

qui a étendu sur de vastes espaces ce manteau de cailloux roulés, M. Leymerie dit qu'il lui paraît, comme à M. Bégrand, dont il ne partage pas, du reste, les autres idées, avoir été déposé ou au moins remanié par la mer. Il ne serait pas éloigné de croire qu'il dût appartenir à la période pliocène au même titre que le sable des Landes. Il ne s'est pas aperçu en se rendant de Pézenas à Agde que le volume des cailloux diminuât; ce serait plutôt le contraire.

M. Alb. Gaudry fait connaître les déterminations qu'il a pu faire dans la collection de M. de Grasset des ossements trouvés au Riége. Il y a deux faunes bien distinctes : la première, venant des sables jaunes et de la mollasse à dragées, est celle des sables de Montpellier; il y a reconnu *Rhinoceros megarhinus*, *Antilope Cordieri*. Dans la seconde, qui est celle de l'alluvion volcanique, il a constaté la faune pléistocène de Saint-Prest, notamment *Elephas meridionalis*, *Equus* et *Bos* de petite taille. Il fait remarquer que M. P. Gervais a cité, en outre, *Hippopotamus major* et *Bison priscus*; mais la pièce la plus importante, parmi toutes celles qui proviennent du Riége et qui se trouvent dans la collection de M. de Grasset, lui paraît être un bois de Cerf, au sujet duquel il donne les détails suivants :

Les pièces de *Cervus martialis*, recueillies par M. de Grasset, me semblent bien dignes d'une mention spéciale, car elles permettent de mieux connaître un des plus remarquables animaux qui aient habité nos contrées dans les temps pléistocènes. Les pièces connues jusqu'à présent étaient fort incomplètes. Le *Cervus martialis* est du groupe des Daims par ses bois aplatis. J'ignore pourquoi M. Richard Owen, dans sa *Paleontology*, a dit qu'il était intermédiaire entre l'Élan et le Renne, car d'après ce qu'on en connaît *jusqu'à présent*, il n'a aucun rapport avec l'Élan; il diffère moins du Renne. Il n'est pas éloigné du *Cervus Sedgwickii*, trouvé par M. Gunn dans le forest-bed de Cramer (Norfolk), terrain qui semble contemporain de celui du Riége; cependant les andouillers sont bien plus rapprochés les uns des autres dans le *C. Sedgwickii*. Quant au *C. ardens* (Croiz. et Job.)

des alluvions pencuses (pliocènes) de Perrier, il paraît bien voisin du *C. martialis*. Mais ce *C. ardens* est encore très-mal connu; actuellement je ne vois pas de différences assez tranchées pour autoriser la distinction spécifique; toutefois le monde paléontologique, dans son incessante transformation, présente des nuances si innombrables, qu'il est bien probable que l'on découvrira quelques différences entre l'animal du Riége et celui de Perrier. Actuellement, avec les données qui sont à notre disposition, je suppose que le Cerf du Riége représente une race du *Cervus ardens* beaucoup plus forte que la race de Perrier. M. Gunn a trouvé dans le forest-bed de Cramer, avec le *Cervus Sedgwickii*, un morceau de bois qui ressemble bien au *C. martialis* du Riége. Il serait intéressant que M. de Grasset découvrît des os des jambes pour savoir si le Cerf du Riége avait des doigts latéraux, comme le Renne et l'Élan, ou bien en était dépourvu comme les Daims et les Cerfs de nos contrées.

M. Coquand appelle l'attention de la Société sur une Bélemnite qui se trouve dans la collection de M. de Grasset, parmi les fossiles recueillis à Marrou (causse de la Celle, Hérault). Cette Bélemnite ressemble en tous points au *B. latus* et semblerait annoncer à Marrou l'existence de la faune de Berrias. Mais après l'examen comparatif des espèces avec lesquelles ce céphalopode est associé, M. Coquand est convaincu qu'il appartient à la période oxfordienne. Ces espèces, en effet, sont le *Belemnites hastatus*, *Ammonites oculatus*, *A. Henrici*, *A. canaliculatus*, *A. plicatilis*. Il ajoute qu'il a recueilli à Souloar, dans l'oxfordien de Saint-Marc, près d'Aix, cinq Bélemnites, qu'il présente à la Société, semblables, quoique de taille plus petite, à l'exemplaire de Marrou, et que dès lors il serait dangereux de tirer des conclusions absolues pour la distinction des étages, de certaines formes de coquilles, et surtout des mollusques à osselets internes, dont l'organisation n'est pas assujettie à des caractères constants.

La séance est levée vers 10 heures.

Pour ne pas rompre l'ordre naturel des localités visitées, nous donnons ici la communication que M. Matheron a faite dans la séance du 18 octobre à Lodève, sur les calcaires de Brignac et de Castelnau de Guers, près de Pézenas.

Note sur les calcaires lacustres de Brignac et de Castelnau de Guers; par M. Matheron.

Parmi les richesses paléontologiques qui ont été recueillies aux environs de Pézenas par MM. de Grasset et Biche, mon attention s'est portée sur une espèce de Physe qui se rapproche sensiblement d'une des variétés de la *Physa prisca*, Noul., et sur une nouvelle espèce de Paludine que j'ai eu l'occasion de trouver moi-même en 1862 dans les couches inférieures de la butte sur laquelle est situé le Mas de Novi, au-dessus des puissantes couches calcaires qui couronnent le garumnien de Vallemagne. Ces deux espèces fossiles ont été trouvées dans des couches de calcaire lacustre situées près de la maison de campagne dite Brignac au S. O. de Montagnac.

J'ai profité de l'offre obligeante qui m'a été faite par MM. Biche et Triadou, qui ont bien voulu me guider sur les lieux, et j'ai acquis la conviction en les visitant que les couches de Brignac appartiennent au même horizon géologique que celles du Mas de Novi.

Je ne pense pas qu'on puisse les comprendre dans la série garumnienne, dont la limite supérieure me paraît être parfaitement établie. J'ai lieu de croire qu'elles appartiennent à la période nummulitique dont les couches marines, on le sait, viennent expirer aux environs de Saint-Chinian. Ces couches ont d'ailleurs besoin d'être étudiées; cependant je ne suis pas porté à croire qu'elles soient contemporaines des couches du Montaiguet et de Grabels. Elles sont incontestablement plus anciennes.

En descendant la série lacustre, j'ai rencontré, à la base, des grès que je considère avec MM. de Rouville et de Grasset comme étant le prolongement des couches de Villeveyrac; j'ai retrouvé ces mêmes couches aux environs de Castelnau de Guers. Ces grès sont suivant moi tout à fait équivalents à ceux de Rognac. J'y ai trouvé un *Chara*.

M. de Grasset a eu l'occasion d'observer dans les grès de

Castelnau des fragments de très-grands ossements. Il serait bien intéressant de rencontrer là le grand saurien de Rognac. Cette donnée paléontologique confirmerait, si besoin est, les résultats fournis par la comparaison des faits purement stratigraphiques.

Séance du 18 *octobre* 1868.

La séance est ouverte, à 8 heures du soir, sous la présidence de M. de Rouville, dans une des salles de l'hôtel de ville.

M. Cazalis de Fondouce, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est adopté.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame provisoirement membres de la Société :

MM.

Achille Munier, à Frontignan (Hérault), présenté par MM. de Rouville et Cazalis de Fondouce.

Sabatier-Desarnauds, à Béziers (Hérault), présenté par MM. de Grasset et de Rouville.

Il annonce ensuite huit présentations.

La Société reçoit :

De M. le Dr Bourjot : *Promenades géologiques et anthropologiques aux environs d'Alger;* in-8, 21 p., Alger, 1868.

M. le maire de Lodève souhaite à la Société la bienvenue dans les murs de la ville qu'il administre.

M. le Président, après l'avoir remercié au nom de ses confrères, donne lecture de la lettre suivante de M. le Dr Bourjot, qui accompagnait l'envoi de ses *Promenades géologiques.*

A MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉUNION EXTRAORDINAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE A MONTPELLIER.

Monsieur le Président,

Nous avions cru pouvoir espérer ici, à Alger, que quelques-uns des honorables membres de la Société géologique de

France qui devaient se rendre à la réunion de Montpellier auraient pu commencer par assister à une session plus restreinte de notre Société climatologique et d'histoire naturelle algérienne, pour ensuite se rendre à Montpellier. Notre espoir a été déçu. Notre session s'est en effet ouverte le lundi 29 septembre, mais en nombre peut-être trop restreint.

Pour ma part, j'eusse désiré beaucoup le concours et la discussion des membres de la Société géologique sur un travail que je poursuis depuis dix ans sur le massif chaotique d'Alger, et dont je crois avoir trouvé le nœud ou la clef dans la nature éruptive et basaltoïde de notre calcaire bleu. J'ai donc demandé que la question géognostique fût réservée pour une session extraordinaire des Sociétés géologique et anthropologique, maintenant sœurs inséparables, pour l'année 1870, à Alger, la Suède ayant été choisie, assure-t-on, pour le congrès international de 1869.

Du reste, un compte rendu de notre session, bien qu'un peu abortive, mais rendue très-intéressante par les vues élevées de MM. Letourneux et de M. le général Faidherbe, développées dans leurs communications, et la démonstration des ossements trouvés dans la grotte de la Pointe-Pescade (1), auxquels étaient mêlés des silex taillés du type de la grotte d'Aurignac, et de *Ponte-Mose* à Rome, montreront au monde savant combien l'Afrique septentrionale est riche en documents, tels que dolmens, cromlechs, et même aux portes d'Alger, puisque, à quelques kilomètres de distance, on trouve des tracés de l'âge de la pierre esquilleuse, de l'âge des dolmens, et de l'art graphique libyen ou berbère.

J'ai l'honneur de vous adresser, monsieur le Président, pour montrer à la Société géologique un faible côté de l'intérêt que l'Afrique du nord présente dans les questions ethnographiques et géologiques mêlées, un aperçu de nos travaux ou plutôt de mes propositions et de mes vues sur le massif d'Alger, demandant qu'elles soient discutées devant le savant aréopage de la Société géologique à laquelle j'ai eu l'honneur d'appartenir si longtemps lorsque j'ha-

(1) Ces ossements ont été déterminés à Paris par MM. Éd. Lartet, P. Gervais, Pomel et moi.

Ce sont des os de Bœufs, species? Ursus? Equus? Capra hispanica, Antilope Dorcas, Antilope Corinne, Antilope Addaix, Hystrix, Hyæna, *un seul os*, Felis?

bitais Paris, et à laquelle je reste attaché par tant de précieux souvenirs et par bien des amitiés. Dans le cas où quelques géologues viendraient à Alger, je me mets à leur disposition pour leur servir de guide et leur faire la démonstration des points litigieux.

Recevez, monsieur le Président, l'assurance de la haute considération que j'ai l'honneur de vous prier d'offrir à l'assemblée.

M. Dieulafait rend compte de la partie de l'excursion relative aux formations jurassique et triasique de Roujan.

M. Charles de Grasset résume en traits rapides les principaux faits observés dans l'autre partie de l'excursion du 16 octobre; il énumère et caractérise par leurs débris organiques les différents terrains de la série paléozoïque qu'on a eu l'occasion de constater.

Ces deux messieurs s'en remettent pour l'exposition par écrit et détaillée aux soins du Président. Les observations personnelles, faites isolément par M. Dieulafait dans une région voisine, seront l'objet d'une communication écrite, spéciale, à la suite de cet exposé, dont voici la teneur :

Compte rendu de la course à Roujan. — Cabrières; terrain jurassique ; terrains paléozoïques; par M. de Rouville.

(Voir Pl. VIII, fig. 3.)

La Société s'est fait transporter en voiture jusqu'au nord de Roujan, au point où sont exploitées les plâtrières, dites plâtrières de Roujan. La route plate sans inégalité de terrain longe, non loin de Pézenas, les collines mollassiques, parcourues la veille de Saint-Siméon et de Saint-Palais, puis se déroule uniformément sur la surface même du cailloutis siliceux; au-dessous se retrouvent les marnes jaunes marines crétacées, sous forme de calcaire moellon, souvent, elles-mêmes, remplies de cailloux siliceux, dont la forme généralement ellipsoïdale, la blancheur et une remarquable translucidité leur ont fait donner par nous le nom de dragées; d'où la dénomination de *mollasse à dragées*, que nous avons affectée à cette assise supérieure de mollasse, laquelle, par une coïncidence mise hors de doute, ne se trouve guère bien développée

que dans la région où le cailloutis siliceux incohérent atteint lui-même son principal développement. La mollasse, si étendue aux environs de Montpellier, n'en porte pas trace.

La rampe de Roujan, que l'uniformité générale du niveau rend plus sensible, est due à la présence de bancs durs dans cette mollasse à dragées qui supporte le village. Les marnes bleues inférieures, par leur facilité plus grande à se laisser éroder par les eaux, ont aidé à ce relief; elles forment le sol de la route de Vailhan qui passe, sans autre changement topographique, sur le toit des plâtrières que l'on exploite au nord de Roujan; les marnes bleues expirent tout auprès et les recouvrent, et, sans les fosses d'extraction, on n'eût pas reconnu le contact des deux formations; quelques roches dolomitiques surmontent les couches de plâtre; plus au nord, le relief s'accentue sous l'influence des relèvements du massif paléozoïque, dont les différents éléments allaient sous peu se reconnaître les uns après les autres, grâce à la route qui les franchit dans une direction transversale.

Le mode d'être du plâtre, sa qualité, les couches qui le recouvrent, ont un moment arrêté l'attention de la Société; les conditions de gisement se retrouvent ici les mêmes que dans toutes les autres régions triasiques du midi de la France : grands amas plus ou moins épais consistant en couches infiniment minces de marnes interstratifiées entre les parties gypseuses qui, elles-mêmes, ne présentent aucune régularité ni continuité de stratification, filets gypseux flexueux, roses, verts ou blancs, portions plus compactes d'une exploitation productive, mais toujours décomposables en éléments fibreux, limitation plus ou moins irrégulière de la partie renflée, prolongements plus ou moins atténués des extrémités, grands pans verticaux dans la partie renflée exploitée, parties plus ébouleuses au toit et sur le prolongement des carrières, tout indique le mode uniforme de dépôt d'une substance essentiellement sédimenteuse, mais déposée en nids, poches ou lentilles, grossièrement et sans ordre, au milieu d'argiles terreuses qui n'ont pas permis au dépôt chimique de se séparer entièrement de la matière ambiante.

Les rochers dolomitiques sus-jacents n'ont pas fourni des caractères précis de niveau bien accusé; pourtant, l'économie géologique de la contrée, établie déjà depuis longtemps, et confirmée par des observations faites la veille par M. Dieulafait, porte à croire que l'on a affaire aux premiers dépôts ju-

rassiques qui continuent plus à l'E. des témoins irrécusables de l'horizon de l'*Avicula contorta*.

Les marnes irisées qui enveloppent le gypse s'étalent dans la plaine, tout en se relevant vers le N., et renferment dans leur épaisseur quelques couches de calcaire solide qui déterminent une première saillie dirigée N. E.-S. O.

Le grès bigarré, représenté par un conglomérat à éléments siliceux, très-grossiers, d'une couleur rouge intense, affleure au N., formant une ride moins nette et en contre-bas de la première; il s'adosse sur les schistes d'abord rougeâtres, puis bruns et ardoisés, que leurs caractères pétrographiques et les débris de végétaux qu'ils contiennent font reconnaître sans aucun doute pour les schistes impressionnés permiens. Quelques détails de contact entre ces diverses formations, une sorte de mur formé par le grès bigarré en contre-bas dans la rivière, donnent à penser qu'il y a eu en ce point dislocation et mouvement, moins contestable vers l'O., mais dont la réalité ne sera plus douteuse à l'inspection du conglomérat permien inférieur.

Les schistes ardoisiers, peu relevés, se redressent brusquement contre un banc épais et compacte de conglomérat, à gros éléments, parfaitement cimentés, la plupart calcaires, d'autres, plus rares, siliceux, que MM. Graff et Fournet ont reconnu partout comme formant la base du permien et qu'ils ont élevé à la hauteur d'un véritable et très-secourable horizon géologique dans la contrée; le grès bigarré, ou cordon siliceux, rencontré auparavant au-dessus du permien schisteux, leur a offert un niveau géognostique non moins constant que le premier, non moins favorable à l'orientation géologique.

Les berges de la rivière sont constituées en ce point par la formation permienne et y atteignent une hauteur considérable; elles se resserrent à partir de là et changent de nature; une roche de structure confuse et de couleur verdâtre affleure sous le conglomérat; à l'absence complète de stratification, aux fissures rectilignes et dirigées en divers sens, à la pâte cristalline, généralement peu reconnaissable, mais granitoïde en certains points, avec cristaux de feldspath plus distincts, noyés au milieu d'une masse verdâtre, on reconnaît une roche éruptive, peu susceptible d'être nettement classée et dénommée, mais attribuable évidemment à l'ensemble des roches porphyriques.

L'apposition de ce permien redressé sur la nouvelle roche a provoqué de la part de la Société la question de savoir si le

porphyre avait agi comme masse soulevante et s'il devait être considéré comme n'ayant apparu qu'après la formation permienne et triasique. M. Graff, dans un mémoire inédit, mais qui sera, nous l'espérons, un jour imprimé, lui attribue, pour date d'apparition, l'intervalle du temps écoulé entre le silurien et le dévonien. Quelques considérations d'associations stratigraphiques ont fait, dans l'esprit d'autres observateurs, reculer leur âge à une époque plus ancienne les faisant contemporains des dépôts siluriens, entre lesquels ils seraient inclus; quoiqu'il en soit, ils ont précédé le dépôt du terrain houiller dont ils paraissent avoir contribué à former les éléments, ainsi qu'on peut l'observer au N. de Fouzillou, dans le dépôt houiller déposé sur le revers S. du plateau de Sauveplane. Les dislocations du lit de la Peyne, si visibles à l'œil, pourraient être la conséquence d'un mouvement de beaucoup postérieur à l'épanchement; des tracés de ce mouvement se retrouvent à quelques pas plus loin au niveau du moulin de Faytis, où la Société a pu constater un dérangement local et des pendaisons de couches en tous sens.

L'influence de la dénivellation s'éteint bientôt, et, en amont vers le détour que fait la rivière vers l'E., les couches de schistes ardoisiers permiens, toujours plongeant au S., se succèdent avec une régularité parfaite dans le lit même de la rivière, et, partant, à un niveau topographique bien inférieur à celui qu'elles affectaient en aval. Au-dessous d'elles apparaissent quelques représentants des conglomérats calcaires qui recouvrent à leur tour le terrain houiller; des grès très-caractérisés, avec traces de Calamites, formant le toit de la couche de combustible, décèlent, par leur nature, leurs grains de quartz, leurs paillettes de mica, le nouvel horizon qui forme un affleurement en écharpe continue et régulière dans l'espace compris entre Nefflez et le confluent du Riboutel et de la Peyne; ce point hydrographique, remarquable dans la géographie de la contrée, l'est bien davantage encore au point de vue géologique.

A gauche, à l'O., le terrain houiller bien distinct en ce point semble disparaître et se perdre pour céder la place à un développement considérable de marnes noires schisteuses, dont la couleur analogue à celle du terrain houiller provoque une confusion momentanée; c'est l'horizon des schistes siluriens supérieurs à *Cardiola interrupta* et à Graptolites, très-noirs eux-mêmes, qui apparaît ici, venant de l'O. au contact du massif porphyrique, et se perd au contact du terrain houiller.

Les couches noires, fortement redressées, butent en amont contre de vraies murailles de strates quartzeuses, revêtues du *Lichen geographicus* si caractéristique de la silice, lesquelles se prolongent à l'E., et, découpées en arêtes, forment un relief topographique connu dans la contrée sous le nom de grand et de petit Glauzy.

La nature gréso-quartzeuse des roches qui les constituent leur donne une grande résistance; leur intercalation au milieu de couches plus facilement délitables imprime à ce massif un cachet tout particulier qui s'impose de lui-même à l'observation du géologue; l'intérêt s'accroît quand on vient à constater que ces couches quartzeuses renferment un grand nombre de débris d'Encrines, et qu'elles supportent un ensemble de strates calcaires et schisteuses d'aspect jaunâtre, toutes pétries de restes organiques. Ce sont, d'après les notes de M. de Verneuil, transcrites dans le mémoire inédit de M. Graff, des *Orthis*, des *Leptæna*, des polypiers indéterminés dans les couches grésiques, et dans le calcaire schisteux : *Hemicosmites piriformis*, *Caryocistites*, *Favosites fibrosa*, *Chætetes Torrubiæ*, *Chætetes Trigeri*, *Orthis Trigeri? Leptæna? Melania?* Quelques membres, et entre autres M. le Pasteur Frossard, de Bigorre, ont cru y reconnaître le niveau du dévonien; toutefois, la présence signalée par M. de Grasset, au-dessus de ces couches, de l'horizon des schistes noirs à Cardioles, permet d'affirmer que c'est bien à un niveau silurien que l'on a affaire, niveau intermédiaire entre les trilobites et les Cardioles, dont les représentants organiques, il est vrai, peu déterminables, avaient donné à penser à feu Sæmann, de si regrettable mémoire, que la faune dont ils font partie était plus ancienne qu'aucune autre de France.

L'itinéraire tracé, dirigeant toujours en amont la Société, lui permettait, grâce à la pendaison des couches toujours sud, de retrouver les strates inférieures au système du Glauzy : c'étaient des schistes verts ou violacés qui recouvrent immédiatement le porphyre; des parties de cette roche, moins altérées que les autres et lavées par les eaux, ont permis de reconnaître la structure porphyrique plus développée que près de Faïtis; puis viennent les schistes à trilobites dont les relations un peu indécises sur certains points semblent se dessiner en grand comme supportant le porphyre qui supporterait à son tour les couches du Glauzy; le fait incontestable est que plus à l'E., vers la Peyne, les schistes à Asaphes affectent visiblement le plongement S. général, en conséquence duquel ils paraissent pa-

turellement former la base de tout ce qui s'est présenté depuis le Glauzy; ils ont fourni à M. Graff des gâteaux à Asaphes au S. de la campagne nommée Barthez.

En ce point, on constate l'existence d'un îlot calcaire, parfaitement circonscrit, contrastant par sa pétrographie avec les roches entièrement observées : calcaire blanc compacte, marmoréen, traversé de filets de spath, qu'un grand nombre de *Productus* très-bien conservés ne tardent pas à placer à leur véritable niveau géologique, le calcaire à *Productus* ou carbonifère.

Des roches de même nature et de même aspect, formant des massifs ou plutôt des buttes de même configuration, s'alignent de distance en distance de l'E. à l'O. et se profilent sous les yeux de l'observateur, dessinant, au milieu de la région uniformément schisteuse, une ligne brisée, bizarre par la disposition de ses parties; les *Productus* qu'elles renferment attestent une unité d'horizon dont on a peine à s'expliquer les conditions de limitation en largeur et de fragmentation en direction.

Il est probable que ces buttes représentent autant de noyaux calcaires dégagés aujourd'hui de la gangue schisteuse qui les enveloppait autrefois; M. Graff fait très-bien remarquer que les couches inférieures de ces calcaires à *Productus* sont de nature schisteuse qui les fait quelquefois confondre avec les schistes à Asaphes, leur sous-sol; la configuration des buttes, leur forme grossièrement arrondie qui pourrait les faire comparer à des bulbes d'oignon, leur surface comme lavée, et quelquefois polie, leurs parties les plus extérieures un peu schisteuses, leur enveloppement partiel dans de vrais schistes, confirment cette manière de voir. Primitivement disposées en séries régulières et comme en chapelets, elles auraient conservé cette régularité après la dénudation; en outre, le développement sur certains points de parties schisteuses, essentiellement carbonifères, sont encore les témoins de la matière enveloppante aujourd'hui disparue.

M. Graff cite d'après M. de Verneuil les fossiles suivants dans le calcaire carbonifère :

Productus giganteus, *edelbergensis*, *latissimus*, *Cora*, *semireticulatus*, *Spirifer integricosta*, *lineatus*, *Evomphalus acutus*, *Caninia gigantesque* voisine de la *Caninia gigantea*, *Lithostrotion floriforme*, *Lithodendron fasciculatum*, *Bellerophon hiulcus*, baguettes de Cidaris, tiges et articulations de plusieurs espèces d'Encrines.

Les buttes calcaires disséminées sur les schistes sont donc en quelque sorte sans racines et témoignent seulement des actions dénudatrices qui se sont exercées au détriment de la formation dont elles sont les seuls restes. Cet isolement leur communique une importance topographique et pittoresque qui ajoute à l'intérêt et à l'originalité de ces régions; l'une d'elles, plus allongée que les autres, ou plutôt, résultant d'un certain nombre d'îlots plus circonscrits, porte le vieux château des Sept-Vailhan, agrégation de maisons perdues au N. de ces rochers calcaires qui se dressent et dominent la combe schisteuse creusée à leur pied par la rivière.

C'est dans cette combe que la Société est descendue après avoir, de la hauteur de Barthez, contemplé la succession si régulière des couches qui bornent au S. l'horizon : sommets permiens sans aucune aspérité, affleurement houiller, schiste à Cardioles, système redressé du Glauzy, porphyre, schistes à Asaphes; cette même série se poursuit à l'E., et c'est sur un nouveau témoin du calcaire carbonifère, que la Société a trouvé, dans la vigne de M. de Bronac, ingénieur des mines de Nefflez, un rafraîchissement singulièrement apprécié à cause de la bonne grâce de l'hôte et de l'opportunité de l'invitation. Un nouvel élément stratigraphique se présentait à quelque distance au N. du lieu de la halte: c'est un massif calcaire dont les caractères et les fossiles ne rappellent aucun de ceux reconnus jusqu'alors dans la course, calcaire jaunâtre, dolomitique, en assises généralement minces, formant un vaste plateau; il contient dans son épaisseur des couches quartzeuses qui offrent la particularité d'être criblées de cavités, du fond desquelles s'élancent en forme de colonnettes des tiges d'Encrines entièrement siliceuses; ces couches plus résistantes par leur nature saillent sur certains points du reste de la masse sous forme de crête rectiligne que l'on prendrait de loin pour un filon d'âge postérieur aux couches enveloppantes; cet effet se produit surtout sur le revers nord en vue de Cabrières.

Les débris organiques, soumis par M. Graff à l'examen de M. de Verneuil, sont, d'après la liste incluse dans le mémoire inédit du premier :

Terebratula princeps ou *subwilsoni*, *reticularis*, *plicatella*; *Leptæna imbrex*; *Orthis crenistria*, *striatula*; *Pentamerus galeatus*; *Evomphalus*; *Favosites gothlandica*, *Goldfussi*; *Chætetes Trigeri*; polypiers indéterminés.

Ce plateau, dit le Falgaisas, a son bord découpé au N. E. du

Vaïthan, en ligne courbe, formant un demi-cirque, et donne lieu, grâce à l'assise de schistes marneux noirs à Cardioles qui le supporte, à un niveau d'eau très-remarquable dans le pays; il s'étend à l'est jusques au sud de Cabrières et donne, par l'uniformité de ses roches et de son relief, un caractère de monotonie à la route de Nefliez à Clermont, qui a engagé la Société à faire une partie de ce trajet en voiture.

Avant de se diriger vers le nord, elle a constaté deux faits intéressants: c'est d'abord la trace d'une dislocation considérable accusée par le redressement presque vertical des schistes permiens contre le calcaire de Falgaisas, au lieu dit la Resclause: c'est ensuite l'existence, sur le même point, d'un dépôt très-épais de tuf, qui n'a pas offert de débris végétaux, mais dont la formation rentre dans les conditions ordinaires de cette catégorie des phénomènes quaternaires, dont le village de Castelnau, près Montpellier, a offert dès le second jour un si remarquable représentant.

La Société n'a quitté la voiture qu'après avoir atteint le bord septentrional du plateau, au moment où un monde tout nouveau allait provoquer son attention; elle abordait la combe d'Isarne, bien connue dans la région par le nombre des termes de la série paléozoïque qu'elle renferme, et aussi par un souvenir du plus haut intérêt pour l'histoire de la science; la multiplicité des horizons, l'absence de netteté dans leurs contours et dans leurs relations réciproques, des apparences trompeuses dans les contacts et les rapports stratigraphiques ont donné lieu de la part de MM. Graff et Fournet à une infidélité temporaire aux lois d'une saine paléontologie, dont ils n'ont pas tardé à revenir à la lumière des documents fournis par M. de Verneuil, puisés dans une connaissance plus complète des éléments de la faune paléozoïque.

Sous les yeux de l'observateur, placé au commencement du premier des nombreux lacets de la route qui descend vers Cabrières, se dresse au N. un pic élancé, au talus rapide sur les trois quarts de sa hauteur, en abrupt escarpé à son sommet, qui forme le trait le plus saillant de l'orographie du pays : c'est le pic de Bisson ou de Cabrières, du nom de la petite localité qu'il domine; il atteint une hauteur de 482 mètres, altitude faible en elle-même, mais rehaussée par le niveau généralement déprimé de la région environnante, et aussi par la forme élancée de son sommet, qui se détache en sorte de bonnet phrygien du reste de sa masse. Notre collègue, M. Ch. Martins,

a retrouvé dans son aspect quelques traits du rocher de Gibraltar.

Entre le pic et le lieu actuel de l'observation, s'étend un espace de quatre à cinq kilomètres, occupé par un mamelonné formé de talus et d'abrupts, indices de la double nature schisteuse et calcaire des roches qui le constituent; les abrupts s'alignent vers l'ouest en trois rangées parallèles, séparées par des vallées ou bas-fonds, creusés dans le sous-sol schisteux; l'une, la plus septentrionale et la plus élevée, où saillent les pics de Bisson et de Bissonnet, les deux autres plus rapprochées à gauche de l'observateur; celle que suit la route se trouve au premier détour rompue en deux portions légèrement rejetées l'une par rapport à l'autre.

C'est à cette rupture et à ce rejet qu'est due la combe d'Isarne, et, dans cette combe, l'apparition au jour des couches recouvertes, et aussi l'inclinaison rapide vers le sud des roches solides sous l'influence du glissement plus ou moins considérable des couches schisteuses sous-jacentes.

Au-dessous des calcaires du Falgairas se présente un talus rapide, formé par les marnes noires schisteuses à boules et à Cardioles déjà si souvent signalées; c'est l'horizon du silurien supérieur dont M. de Verneuil a déterminé les fossiles suivants :

Siphocrinites elegans; Cardiola interrupta; Terebratula Sappho; Graptolites priodon; Orthoceratites elegans.

Quelques-uns de nos confrères ont recueilli des Cardioles et de nombreux Graptolites.

Le contact immédiat de ces schistes avec les calcaires recouvrants ne permet pas de récuser en doute leur succession sans intermédiaire dans la série des dépôts, du moins dans notre région qui en offre plus d'un exemple.

En descendant la combe et contre le talus, se trouvent des calcaires en rognons ellipsoïdaux, entremêlés de schistes dont la richesse en Encrines et en *Productus* établit l'âge précis, mais dont les conditions stratigraphiques sont telles qu'elles ont pu suggérer, et suggéreraient encore, sans le veto de la paléontologie, la notion d'une superposition normale des schistes à Cardioles sur le calcaire carbonifère; ce dernier s'accompagne vers l'est de couches gréseuses, où se rencontrent de nombreuses empreintes de plantes, parmi lesquelles M. Graff signale les *Knorria imbricata*, *Sigillaria fossides*, *Lepidodendron dichotomum*, précurseurs, sinon représentants de la

flore houillère; ajoutons encore qu'au détour même de la route, à l'extrémité du premier lacet, dans un rapport d'apposition presque immédiate au calcaire de Falgairas et aux schistes à Cardioles, se rencontrent des dalles implantées de calcaire brun rougeâtre, contenant des débris de Goniatites, dont un certain nombre se trouvent isolées sur le sol : *Goniatites amblylobus*, *retrorsus;* l'examen des fossiles a dissipé les obscurités de la stratigraphie; la simple constatation de ces horizons divers, leur coexistence sur une surface aussi circonscrite, le peu d'épaisseur des couches qui les représentent, justifient amplement les défaillances momentanées des premiers observateurs, et le rétablissement de l'ordre, au milieu d'éléments en apparence si confus, peut être considéré comme l'un des titres les plus éclatants dont puissent se prévaloir les doctrines paléontologiques.

Les calcaires dévoniens, accompagnés vers l'est de couches de lydienne, se présentent à droite de la route sur une plus grande surface; leurs strates minces, relevées vers le nord, caractérisées par la couleur spéciale des marbres griottes de Caunet, des Pyrénées et de la Saxe, s'appuient sur des calcaires qui constituent la plus méridionale des trois crêtes que nous avons signalées, et que nous avons décrite comme rompue en deux portions déjetées, toutes deux d'une composition identique.

Ces derniers calcaires présentent une particularité pétrographique remarquable : généralement dolomitiques, ils offrent, dans leur épaisseur, des portions circonscrites demeurées à l'état calcaire, lesquelles par leur blancheur et leur saillie contrastent d'une façon bizarre avec le fond uniformément jaunâtre du reste de la masse. Ces parties de roches normales semblent, de loin, former un dépôt indépendant et plus récent que les autres; examinées de près, on les voit se fondre peu à peu dans les couches dolomitiques. La plus considérable et la plus saillante de ces masses calcaires ainsi circonscrites forme la gibbosité nommée montagne de Bataille sur la moitié déjetée au nord et à l'ouest; d'autres se profilent en séries rectilignes, qui s'aperçoivent de loin sur les principaux massifs du même calcaire dolomitique (Bellesadet, la Rossignole, le Serre); les calcaires normaux sont la plupart rubannés de zones de quartz lydien, dont la continuité dans les couches dolomitiques établit à nouveau cette liaison et cette identité.

A ces caractères déduits de la pétrographie s'ajoutent ceux que

la paléontologie fournit et qui concourent avec les premiers, malgré quelques éléments communs, à faire de la formation qui les renferme un horizon nouveau et autonome; c'est d'abord dans les portions calcaréo-siliceuses la présence d'un grand nombre de pygidium, de têtes, de thorax de trilobites du genre *Phacops*, *Marpes*, *Bronteus*, parmi lesquels M. de Verneuil a reconnu le *Phacops latifrons*, le *Bronteus pelifer*. C'est ensuite une extrême abondance de polypiers qui a valu à cette formation, de la part de MM. Graff et Fournet, le nom de calcaire à polypiers; ce sont parmi les plus communs : *Cyathophyllum helianthoides*, *Maliolites interstincta*, *Cythophyllum*, *stromatopora concentrica*, *Chætetes Trigeri*; à ces fossiles se joignent des brachyopodes dont la Société a recueilli quelques-uns sur sa route : *Terebratula princeps* ou *subwilsoni*, *reticularis*; *Orthis crenistria*, un Spirifer voisin du *Spirifer speciosus*, un autre qui rappelle le *Spirifer Bouchardi*. Parmi les débris recueillis par un cultivateur de la localité, nous avons cru reconnaître une Calcéole, mais unique et de provenance peu sûre; toutefois, il n'est pas douteux qu'elle a été ramassée dans l'un des massifs de la région. On y trouve encore un *Capulus* voisin du *Capulus priscus*, la *Posidonomya Becheri*, le *Tentaculites ornatus*.

La fracture qui ferme la combe d'Isarne a mis à jour les schistes inférieurs, où se sont retrouvés sous les yeux mêmes de la Société des gâteaux à Asaphes.

Les mêmes schistes forment le sol et les berges de la route jusques à Cabrières, où la Société s'est arrêtée pour passer la nuit.

Si nous récapitulons les divers horizons reconnus dans la journée par la Société, nous énumérerons dans l'ordre ascendant :

Schistes à Asaphes.
Porphyres.
Quartzites et grès de Glauzy.
Schistes à *Cardiola interrupta*.
Calcaire dolomitique de Falgairas avec quartz à Encrines.
Calcaire à polypiers.
Lydiennes, schistes noirs et strates rouges avec Goniatites.
Calcaire à *Productus*.
Terrain houiller.
Terrain permien.

Les fossiles énumérés suffisent à assigner au plus grand nombre de ces dépôts leur place respective dans le tableau

général des terrains; le niveau du calcaire à polypiers, que nous rapportons au terrain dévonien, malgré quelques fossiles communs avec le calcaire de Falgairas, que certaines considérations stratigraphiques nous engagent à laisser dans le silurien, est l'unique objet de divergence entre le classement préétabli par M. Graff et le nôtre. L'opinion de cet ingénieur, tendant à rapporter au silurien toutes les couches ci-dessus énumérées jusques aux schistes noirs et strates rouges, pour lui comme pour nous, essentiellement dévoniens, repose sur une interprétation particulière des faits de stratigraphie qu'en son absence nous n'avons pas cru devoir évoquer au sein de la session actuelle; cette discussion sera le sujet d'une publication ultérieure après l'impression de son mémoire.

M. Dieulafait, à l'occasion du gypse de Roujan, fait la communication suivante :

En sortant de Roujan la Société a visité les plâtrières ouvertes à une petite distance au nord du village.

A Roujan, les gypses font partie de l'étage du keuper. Ceux des membres présents qui avaient exploré les Alpes ont été immédiatement frappés des analogies extraordinaires présentées par l'aspect des terrains gypsifères de Roujan avec les terrains correspondants des Alpes, et plus particulièrement avec ceux des Alpes de la Provence.

Les gypses de Roujan ont une épaisseur considérable et sont déposés en assises bien stratifiées.

Dans les Alpes et leurs dépendances immédiates, les gypses se montrent en général en amas informes, sans suite et sans apparence de stratification. On comprend très-bien, dès lors, qu'à une certaine époque, les gypses aient pu être considérés comme des produits métamorphiques et formés après coup par des réactions chimiques. Aujourd'hui que les phénomènes anciens tendent de plus en plus à être expliqués par les mêmes causes que les phénomènes modernes, cette idée de gypses métamorphiques doit complétement disparaître. Mais, si cette idée s'offrait naturellement à l'esprit pour les gypses des Alpes, il n'a été possible, à aucune époque, de l'appliquer à ceux du Languedoc. Quand on examine, en effet, les gypses de Roujan, ceux de la Défriche, ceux de l'Aveyron, etc., on constate une superposition si régulière des différentes assises, on voit une si grande identité entre les dépôts

gypsifères (à part la composition, bien entendu) et les bancs de grès auxquels ils succèdent et avec lesquels même ils alternent souvent, qu'il est impossible, à l'ouest du Rhône, de se faire sur leur origine une autre opinion que celle qui tend de plus en plus à prévaloir : les gypses de la période secondaire ont été déposés, à une époque coïncidant exactement avec celle des dépôts au milieu desquels ils reposent, par l'évaporation des eaux de la mer.

Au-dessus des gypses se développe un système puissant de cargneules qui, là comme dans la région des Alpes, font encore partie du keuper. Elles sont recouvertes par des dolomies très-compactes qui, si on en juge par le caractère minéralogique, doivent déjà faire partie de l'infra-lias. Toutefois, la Société n'a pas réussi à rencontrer dans ce système des restes organiques susceptibles de l'éclairer suffisamment.

En franchissant les dolomies et marchant dans la direction de l'ouest, on atteint bientôt, au quartier Cassan, le plan de l'Estang, où les gypses, prolongement des précédents, sont de nouveau exploités.

Les gypses de l'Estang sont en contre-bas du sol, et la vallée est remplie par un dépôt assez puissant d'alluvions quaternaires.

A l'ouest de la vallée on voit se relever un petit massif de calcaire bleuâtre et un deuxième plus au nord de l'autre côté de la route de Roujan à Gabian. Dans le premier on a ouvert une exploitation de chaux.

Plusieurs *Belemnites*, la *Terebratula cornuta*, la *T. resupinata* et un nombre assez considérable de très-petites Huîtres identiques avec celles qui dans le Var accompagnent constamment l'*O. cymbium* dont elles ne sont probablement que des jeunes, et quelques autres fossiles rencontrés dans ces calcaires me font nécessairement les rapporter à l'étage du *lias moyen*.

On ne voit là ni lias inférieur, ni infra-lias, mais il est à peu près certain que ce dernier étage existe au-dessus des gypses et n'arrive pas jusqu'à la surface du sol.

En s'avançant vers Neffiez les terrains anciens reparaissent, mais sur le territoire de cette dernière commune on retrouve les terrains sédimentaires très-développés.

Il y a neuf ans que M. Hébert a signalé à Neffiez (1), au-

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XVI, p. 905.

dessus du grès houiller, les trois termes de la formation triasique. Sans doute les assimilations établies par M. Hébert n'auront dans la science force de loi que quand on aura découvert un nombre de preuves et surtout de preuves paléontologiques suffisantes pour établir une démonstration complète; mais, en attendant, rien n'est venu infirmer les idées du savant professeur de la Sorbonne, et les quelques débris organiques rencontrés à Neffiez dans les parties correspondant au n° 1 et au n° 2 de la coupe de M. Hébert tendraient plutôt à les justifier.

Maintenant, nous dirons que l'étage de l'infra-lias existe probablement à Neffiez.

Parmi les idées nouvelles et fécondes inaugurées par notre savant Président à la réunion extraordinaire de Montpellier, il en est une qui mérite la reconnaissance de la Société géologique tout entière, c'est d'avoir isolé des collections de la Faculté et placé sous nos yeux, avant de commencer l'exploration de l'Hérault, tous les éléments paléontologiques et minéralogiques recueillis depuis de longues années dans les régions que nous allions examiner.

Dans l'un des tiroirs renfermant les fossiles du muschelkalk je remarquai deux plaques montrant à leurs surfaces un certain nombre de gastéropodes de très-petite taille provenant de Neffiez. Ces fossiles me semblèrent tout à fait analogues à ceux qui accompagnent toujours en Provence l'*Avicula contorta*.

J'ai vu, aux environs de Neffiez, la station qui avait fourni les fossiles précédents; mais elle ne m'a montré rien de bien concluant. Toutefois, je persiste dans ma première opinion, tout en constatant bien qu'elle a besoin de nouvelles preuves pour passer à l'état de fait incontestable. Du reste, la Société peut être certaine que la solution complète de cette question lui sera fournie dans un temps très-rapproché. Les fossiles à Neffiez sont assez nombreux et assez bien conservés; quand nos savants confrères de l'Hérault en auront réuni un nombre suffisant, nous les comparerons soigneusement avec les centaines de fossiles infra-liasiques et triasiques que j'ai recueillis en Provence, et alors la solution complète de la question que nous signalons ici sortira nécessairement de cette comparaison.

M. Paul Gervais rappelle les détails qu'il a publiés (1) au

(1) *Zoologie et paléontologie françaises*, p. 450. — *Mémoires Acad. des Sc. de Montpellier*, t. V. p. 127.

sujet des ossements d'un grand crocodilien, découverts, auprès de Lodève, dans la propriété de MM. Calvet frères, et que lui ont signalés MM. Émilien Dumas et Paul de Rouville.

Ces pièces intéressantes pour la science sont aujourd'hui déposées dans les collections de la Faculté des sciences de Montpellier. Elles consistent en plusieurs vertèbres, dont une entière, et en six côtes, placées en série. Les vertèbres sont biplanes, cylindroïdes, quoique clepsydiformes. Celle qui est entière mesure $0^m,12$ de longueur et $0^m,06$ de largeur transversale à ses faces articulaires. Les côtes sont fortes, solides, pleines, aplaties d'avant en arrière, et élargies dans le même sens, ainsi qu'à leur extrémité vertébrale, qui, mesurée sur deux d'entre elles, a environ $0^m,06$ sur la face aplatie; la longueur de l'une de ces côtes dépasse $0^m,40$.

Le tout est encore compris dans un bloc du calcaire marneux, de couleur jaunâtre, qui servait de gangue à ces ossements. On ne saurait en établir encore la nature zoologique d'une manière définitive. Cependant, à en juger par la forme et la conformation des vertèbres, on est conduit à penser qu'il s'agit ici d'un grand crocodilien, plutôt que d'un animal marin appartenant au groupe des Énaliosaures, et la comparaison avec l'Ichthyosaure ne laisse non plus aucun doute sur la différence des caractères, parce que ceux-ci ont les vertèbres biconcaves et raccourcies. Les vertèbres du Sœkilopleuron, des terrains oolithiques des environs de Caen, semblent au contraire pouvoir être comparées à celles du grand reptile des environs de Lodève, mais il n'y a aucune certitude que les unes et les autres soient d'animaux ayant appartenu au même genre.

M. P. Gervais, en se basant sur les caractères dès à présent connus du grand reptile de Lodève, avait été conduit à penser que le terrain dont il provient appartient plutôt aux assises inférieures de la série jurassique qu'au système triasique.

Après cette communication, M. le Président rend compte

des courses faites dans la journée de la veille et dans la matinée de ce jour.

Compte rendu des courses faites au pic de Cabrières, à Mourèze, à Clermont et à la tuilerie de Lodève; par M. de Rouville.

Avant de raconter l'ascension au pic de Cabrières, nous croyons devoir renouveler au nom de tous nos confrères l'expression d'une juste reconnaissance pour l'hospitalité si spontanée et si cordiale des habitants de Cabrières; la table de M. Lenoir, servie avec une recherche tout intentionnelle, son humble café transformé en *Hôtel des Géologues*, les lits mis libéralement à la disposition des membres de la Société dans chacune des maisons de ce village, vraie capitale des régions paléozoïques de France, sont autant de traits de cette réception exceptionnelle qui ne s'effaceront pas du souvenir de ceux qui en ont été les objets. Divers toasts ont été portés pendant le repas par le Président : à M. Graff, ex-directeur des mines de Neffiez qui, avec M. Fournet, de Lyon, et le concours ultérieur de M. de Verneuil, a si bien déchiffré les terrains si compliqués et si intéressants de cette contrée, et à M. le professeur Ansted, secrétaire de la Société géologique de Londres, qui a bien voulu venir fraterniser avec ses collègues de France dans une région si éloignée de la sienne; à MM. les membres de la Société géologique par M. Alfred Westphal, qui s'applaudit du bon accueil fait par la Société à celles des personnes qui l'ont accompagnée sans faire partie du nombre de ses membres; à la fraternité scientifique, par M. le pasteur Frossard qui constate avec bonheur la réunion fraternelle pour la recherche du même but scientifique de tant d'hommes divers de pays et de religion; enfin aux habitants de Cabrières, si hospitaliers, par M. le vice-président Coquand.

Le pic de Cabrières, qui s'était montré dès la veille à la Société sous un jour si pittoresque, est formé pour les trois quarts de son épaisseur par les schistes à trilobites; la partie supérieure présente un système tout différent de couches qui ne contribue pas peu à accentuer la saillie du sommet. Ce sont d'abord des calcaires schisteux rubannés de quartz lydien, puis, ce même quartz sans calcaire, supportant des assises minces de calcaire rouge à Goniatites; le tout est surmonté

d'un massif de calcaire blanchâtre, marmoréen, présentant une grande quantité d'empreintes d'Encrines, et, en certains endroits, de nombreux trilobites de petite taille; ce calcaire tranche par sa couleur et ses couches massives avec les strates dévoniennes qu'il couronne et revêt vers le nord sur une partie de leur surface.

Cette succession d'assises d'observation si facile présente donc un cas de superposition du dévonien sur le silurien moyen, sans l'intermédiaire du double horizon des grès de Glauzy et des schistes à Cardioles.

Une lacune non moins importante dans cette même coupe, c'est l'absence du calcaire à Encrines siliceuses qui, partout où il se présente dans la région, recouvre immédiatement les schistes à Cardioles (plateaux de Sauveplane, du Falgairas, mont Conil); de son côté, l'horizon des Goniatites présente ici les divers éléments qui le constituent partout dans les environs de Cabrières; la mer dévonienne paraît donc avoir déposé dans toute son étendue des sédiments similaires; de plus, elle semble avoir respecté la série formée des grès du Glauzy, des schistes à Cardioles et des calcaires à Encrines siliceuses; en effet, nulle part dans la région ces derniers termes de la série silurienne ne sont recouverts par un dépôt ultérieur et ne présentent de trace de dénudation.

La Société a pu jusqu'à un certain point constater de l'œil ces différents faits, grâce au magnifique panorama qui se déroulait à ses pieds; son attention s'est portée successivement aux divers points de l'horizon, qui lui offraient tout ensemble les terrains qu'elle avait parcourus la veille et ceux qu'elle devait traverser dans la seconde partie de la journée.

C'était au sud, et jusqu'à la vue de la butte basaltique de Fontès, une succession de collines et de courbes dirigées E.O., celles-ci creusées dans les schistes à trilobites, celles-là formées par des calcaires tous dévoniens, à l'exception d'un seul, carbonifère (le Vieux-Château), lesquels se présentent sous forme de nappes respectées par l'érosion ou de buttes isolées par elles et offrant aux regards le contraste de roches d'un blanc éclatant, se détachant sur un fond de calcaire jaunâtre et dolomitique.

Au delà de ces reliefs la plaine de l'Hérault et son mamelon peu accusé formé par la mollasse, les dépôts lacustres et le terrain jurassique, qui se distingue moins par son altitude que par la couleur de ses roches et l'état dénudé de sa surface,

au plus loin les étangs et la mer à la séparation desquels, servant d'attache au ruban sinueux du cordon littoral, surgissent la montagne jurassique de Cette et la gibbosité volcanique du mont Loup d'Agde.

Tout au pied du pic, sur la droite, un accident topographique très-circonscrit frappe les regards; c'est un méplat de terrain limité sur trois côtés par un abrupt que l'aspérité de la roche fait reconnaître de loin pour un dépôt de tuf, formé à la longue par une source intermittente à longs intervalles, qu'on appelle dans le pays Estavelle.

A l'est, les terrains paléozoïques se prolongent et finissent par disparaître sous les formations du trias et du jurassique inférieur qui enceignent la fraîche oasis de Villeneuvette.

A l'ouest, l'œil rencontre un plateau remarquable par sa surface sans inégalité qui lui vaut le nom de causse, dénomination générale affectée dans le pays aux plateaux étendus, aux plaines en montagnes, comme les appelle Buffon. C'est le causse de Rouet, de Valmascle, formé par une masse uniforme de tuf et de basalte qui recouvre les schistes anciens et dérobe aux regards les dépôts secondaires qui se développent au nord du pic.

Ces dépôts affectent ici des formes d'une beauté pittoresque, exceptionnelle, que l'on chercherait vainement ailleurs et que la Société appréciera mieux quand elle s'en sera rapprochée et qu'elle aura parcouru les méandres des chemins fantastiques creusés par l'érosion; il s'agit d'un développement unique de la dolomie qui représente ici l'oolithe inférieure; ses formes bizarres fixent l'attention de l'observateur et semblent reculer bien loin en sa faveur les bornes de l'horizon que la grande muraille dolomitique limite pourtant à une assez faible distance du pic, et au delà de laquelle on ne peut atteindre qu'après s'être rapproché de Clermont-l'Hérault.

Cette nouvelle région devant faire l'objet de la course du soir, la Société s'est contentée de cette vue générale et est redescendue à Cabrières sur la même face du pic, par un chemin différent de celui qu'elle avait suivi le matin, mais qui lui a naturellement offert, dans leur même ordre respectif de succession, les divers systèmes de strates déjà reconnus par elle ; les schistes du bas de la montée lui ont permis de faire une abondante récolte de trilobites.

Quelques heures après, elle gagnait la région de Mourèze

pour se rendre à Clermont, d'où le chemin de fer devait la porter le soir même à Lodève.

Sur notre passage se trouvait la fabrique de Villeneuvette, si intéressante par son histoire et ses traditions locales, en même temps que par la direction éclairée et paternelle de la famille Maistre. Son représentant actuel, M. Jules Maistre, bien connu, même en dehors de l'industrie, par ses travaux météorologiques, a bien voulu nous servir de guide au milieu de ses innombrables ateliers. Après une trop courte visite, nous avons franchi en voiture le massif épais de calcaires magnésiens que la stratigraphie rattache au dévonien; ces calcaires reposent sur des schistes qui, à une très-petite distance, ont fourni un fragment de trilobite, que M. de Verneuil croit être un asaphien et des sortes de protubérances bilobées portant à leur surface des réseaux de stries qui rappellent les empreintes nommées bilobites, sur la vraie nature desquelles on n'est pas encore d'accord.

Nous nous trouvions alors à la limite nord des terrains paléozoïques; ils disparaissent sous les formations secondaires pour ne plus se montrer nulle part en France avec cette multiplicité d'horizons accumulés sur un aussi étroit espace.

Calcaires et dolomies de l'oolithe inférieure (étage bajocien de d'Orb.), marnes supraliasiques (liasien marneux et toarcien de d'Orb.), lias moyen calcaire, n'occupent vers la descente de Mourèze qu'une largeur de quelques mètres, tant ils y sont dressés et resserrés. Le lias moyen formant voûte, l'épaulement oolithique nord se développe et la dolomie qui le représente affecte une épaisseur considérable qui, grâce à sa texture lâche et friable, a offert un merveilleux champ d'action aux agents atmosphériques; l'ouvrier n'a pas fait défaut à la matière et l'œuvre n'est pas restée au-dessous de la matière et de l'ouvrier; tout ce que l'imagination peut se représenter de grandiose, de féerique, comme châteaux ruinés dont se distinguent mal les maisons du village, tours démantelées, gigantesques monolithes, murs excavés, voûtes sombres, portiques élancés, figures grotesques, pyramides reposant sur leur pointe, s'y trouve à chaque pas réalisé. Un effet de contraste rehausse le pittoresque; la dolomie déchiquetée en aiguilles supporte des assises nettement réglées, à double courbure en forme de berceau, d'un calcaire compacte blanchâtre que sa pétrographie et ses fossiles rattachent à l'oxfordien supérieur et au corallien.

Le sentier que nous avons suivi se déroule au milieu de blocs colossaux de toutes les formes, le long de la paroi qui supporte les couches du jura blanc; un autre spectacle non moins original devait après une heure de marche nous apparaître du milieu même de ce chaos : c'est l'horizon monochrome des schistes permiens de la vallée du Salagou, lesquels, par leur couleur rutilante et leurs formes moutonnées, donnent lieu à une opposition étrange avec la couleur grise et les aspérités sauvages de la contrée où nous nous trouvions.

Le jurassique continue à former le sol jusqu'aux portes de Clermont, où le trias, riche en dépôts de gypse, affleure le bas-fond où est placée la ville. Une carrière où se trouve la *Gryphæa cymbium*, exploitée pour alimenter un four à chaux, indique dès l'entrée l'horizon du lias moyen; la Société s'est bornée à en constater l'existence, l'heure et le programme la dirigeant sur Lodève.

Bien des sujets différents d'étude l'attendaient aux environs de cette ville; l'îlot de transition qui supporte Lodève, le permien et ses ardoises riches en débris de végétaux qui s'y appuient du côté du nord et de l'est, le développement du trias avec ses empreintes de *Labyrinthodon* (1), l'horizon si recherché de la cosmopolite *Avicula contorta* (2), enfin le jurassique

---

(1) Je crois que l'empreinte de *Cheirosaurus* que vous m'avez envoyée est d'une autre espèce que celle de Hildburghausen; elle ressemble plus à l'espèce qui a été décrite dans le *Quarterly Journal of the Geol. Soc.*, 1867, vol. XXIII, p. 56, pl. III. (*Extrait d'une lettre de M. Geinitz à M. Bioche*).

(2) Au nord du chemin de Lodève à Fozières se dresse le petit monticule de Vinas, dont M. Hébert a dit quelques mots dans sa note sur *la limite inférieure du lias dans le Gard et l'Hérault*. (*Bull.*, 2e série, t. XVI, p. 917.)

Le sommet de ce mamelon est, comme l'a dit M. Hébert, constitué par un lambeau de dolomie infra-liasique.

A quelques mètres au-dessous du sommet, se trouvent des bancs assez épais de calcaire bleu, siliceux. Dans l'un de ces bancs, j'ai recueilli quelques fossiles peu déterminables malheureusement, mais parmi lesquels notre savant confrère, M. J. Martin, a pu reconnaître *Pullastra elongata*, Moore (*Cypricardia porrecta*, Dumortier);

Avicula, très-voisine de l'*A. Sidœloci*, Martin; *Avicula*, ressemblant beaucoup à l'*A. falcata*, Stoppani; *Avicula*, Stoppani, pl. 31, fig. 10, mais à expansion anale moins prononcée; *Gervillia*, sp.? Stoppani, pl. 31, fig. 15; *Anatina*, voisine et de l'*A. Remilliana*, Martin, et de l'*A. Suessi*, Oppel.

Malgré l'absence des *Corbula Ludovicæ*, *Pecten pollux*, *Ostrea sublamel-*

avec son caractère local de dépôt tranquille et sa forme topographique en causses aux vastes étendues, devaient ouvrir de nouveaux champs d'observation à la Société et ajouter à ceux des jours précédents un nouvel exemple de la coexistence sur un espace infiniment resserré d'horizons géologiques très-divers.

Malheureusement une pluie torrentielle durant de longues heures l'a forcée de renoncer à cette partie de son programme; une tentative digne d'une meilleure issue lui a permis de toucher un moment du marteau les premiers schistes ardoisiers de la tuilerie; la coupe du permien de Lodève, dressée par M. Coquand en 1855 (1) et lue sur place par la Société, lui a épargné un travail de recherche que rendaient difficile les conditions du moment; car, la pluie redoublant, elle a dû battre en retraite et se résigner à chercher dans la cause même de son mécompte un objet d'observation, tout nouveau du reste pour un grand nombre de ses membres peu familiarisés avec les phénomènes hydrologiques du Midi. L'abondance des eaux tombées en un petit nombre d'heures, le grossissement subit de la rivière, la nature et la quantité des matières entraînées, lui donnaient en quelque sorte le spectacle des scènes du même ordre qui ont dû se répéter si souvent à la surface du globe et ont produit les vastes dépôts détritiques qui entrent pour une si grande partie dans sa composition. Les agents actuels, dans leur manière la plus habituelle, se sont comme imposés à son souvenir pour la maintenir dans la saine méthode de l'interprétation géologique. Nos confrères, MM. Michel, Ch. Martins et M. Jules Maistre ont bien voulu nous donner quelques chiffres exacts à l'occasion de cette chute d'eau, que nous croyons opportun de placer à la suite de ce compte rendu en l'absence d'aucune autre reconnaissance géologique dans cette journée; trois ou quatre membres seulement ont cependant bravé le temps pour aller reconnaître le

---

losa, si abondants à Gammals dans le Chaylard (Gard), ces calcaires me paraissent devoir être placés sans aucune hésitation au niveau de la zone à *Ammonites planorbis*.

Au-dessous, viennent des calcaires jaunes, dolomitiques renfermant des *dents*, des *Pecten* et des *Avicula contorta*.

Plus bas, cargneules et marnes multicolores alternant ensemble et reposant sur les grès à Labyrinthodon. (*Note de M. Bioche*).

(1) *Bull.*, 2e série, t. XII, p. 128, pl. IV.

gisement de *Labyrinthodon* dans les assises supérieures du grès bigarré de Fozières.

M. Coquand prend la parole pour joindre son témoignage à celui de M. le Président à l'endroit du caractère exceptionnel du développement et de la physionomie pittoresque des dolomies de Mourèze; il affirme que ni lui, ni aucun autre de ses collègues, malgré des voyages lointains et nombreux, n'ont trouvé nulle part un exemple aussi remarquable des formes que la dolomie est susceptible d'affecter sous l'action des agents atmosphériques. Il convie avec une éloquence persuasive les habitants de Lodève à ne pas demeurer plus longtemps étrangers à cet étrange spectacle.

Le même membre met sous les yeux du public un échantillon de galène argentifère provenant de la tuilerie de Lodève, simple fissure entre les schistes permiens, remplie par la substance métallique.

M. de Saporta énumère quelques-unes des plantes les plus caractéristiques de la flore permienne de Lodève; il rappelle à cette occasion tout ce que les formations variées reconnues dans cet arrondissement lui ont offert de particulier et d'intéressant, et il émet le vœu qu'il soit établi à Lodève un musée des richesses pétrographiques et paléontologiques de la localité.

La Société tout entière s'unit à M. de Saporta pour recommander cette création à la haute sollicitude de l'édilité si éclairée de la ville de Lodève.

M. Dieulafait fait la communication suivante :

*Note sur l'horizon de l'*Avicula contorta *aux environs de Lodève;*
par M. Dieulafait.

Parmi les lacunes signalées dans la grande chaîne des êtres vivants, la plus considérable était certainement, jusqu'à ces derniers temps, celle qui existait entre la formation triasique et la formation jurassique.

Aujourd'hui, cette grande lacune se comble de plus en plus, et les environs de Lodève auront contribué, dans une notable mesure, à amener cet important résultat.

Il y a vingt-six ans, le général Portlock découvrit en Irlande, au niveau où existait, dans la chaîne vitale, la lacune que nous

avons signalée, une petite coquille chétive et insignifiante en apparence, que le géologue anglais appela *Avicula contorta*. Tout d'abord, personne ne soupçonna, même en Angleterre, le rôle dévolu à cette coquille et à celles qui l'accompagnaient. Cependant, les observations s'étendant peu à peu, on retrouva cette coquille en Angleterre, puis sur le continent, en Allemagne et plus tard dans la Savoie et dans les Alpes françaises.

En 1862, M. Hébert la fit connaître aux environs de Digne, et, deux ans après, notre savant vice-président, M. Coquand, qui a tant fait pour la science et en particulier pour la géologie de la Provence, signala la présence de l'*A. contorta* au bord même de la Méditerranée. Enfin, elle a été découverte tout récemment aux environs de Lodève par M. de Rouville et par nos confrères de l'Hérault.

Mais la découverte de la zone à *A. contorta* ne constituait pas seulement un nouveau point de repère pour l'étude des terrains, ce qui eût déjà été énorme ; l'ensemble des fossiles fournis par cette zone et dont le nombre s'accrut de jour en jour établit *au point de vue zoologique* le passage entre la faune du trias et celle du lias : chaque fossile nouveau découvert dans cette zone vient diminuer l'importance de la lacune existant à ce niveau, et tout nous prouve qu'elle aura bientôt complétement disparu.

Ainsi donc, vous le voyez, messieurs, se trouve justifiée l'importance capitale de la zone à *A. contorta*, au point de vue particulier de la géologie descriptive. Vous comprenez, dès lors, quel puissant intérêt nous avons à rechercher avec tout le soin possible ce précieux horizon.

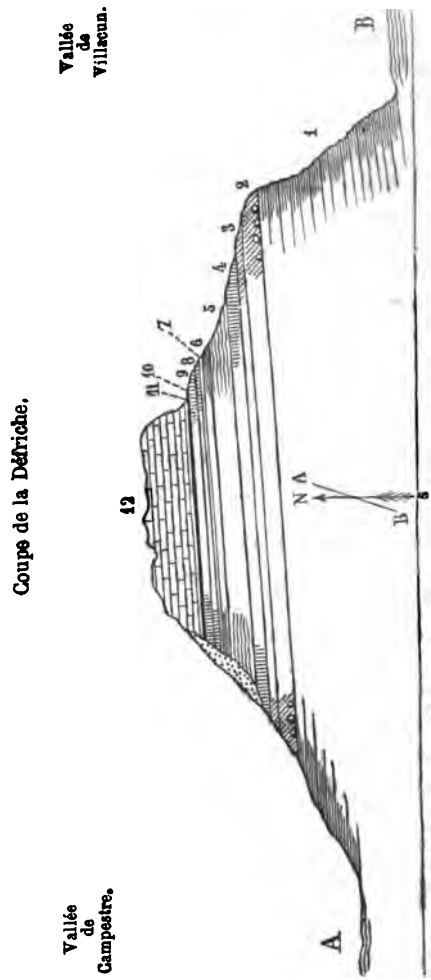
Les deux points où il m'a été donné de constater, aux environs de Lodève, la présence de la zone à *A. contorta* sont au lieu dit la Défriche, entre Villacun et Campestre, et au cirque de Saint-Étienne de Gourgas, qui m'avaient été signalés par notre Président comme devant me fournir les gîtes les plus favorables à l'observation.

Un des maîtres les plus illustres de la science française, M. Hébert, a visité en 1859 les environs de Lodève et en particulier le quartier de la Défriche.

Le travail de ce savant ne sera pas sensiblement modifié par nos observations, parce que les résultats de M. Hébert sont parfaitement rigoureux; seulement, il sera complété par l'adjonction d'un fait important, celui de l'existence en ce point de la zone à *A. contorta*.

La coupe suivante montre la disposition des lieux et les principales divisions des assises (1).

Coupe prise entre Villacun et Campestre, au quartier de la Défriche.



(1) Il est nécessaire d'aborder la coupe du côté de Villacun, parce que la pente, beaucoup plus sensible que de l'autre côté, laisse mieux voir les suc-

12. Calcaires blanchâtres dolomitiques, en général très-compactes, avec lits de marne, 20 mètres.

11. Calcaires blancs dolomitiques, montrant à la base un grand nombre de fossiles très-brisés, mais dont quelques-uns, et particulièrement des Cardinies, sont très-reconnaissables, 2 mètres.

10. Banc calcaire intercalé dans la partie supérieure des grès arkoses n° 9. Ce banc est, dans toute son épaisseur, une véritable lumachelle fossilifère. J'y ai trouvé plusieurs espèces bien déterminables, et en particulier trois beaux exemplaires de l'*Avicula contorta*. Ce banc, que rien ne distingue de l'arkose, se reconnaît cependant facilement quand on regarde de très-près les tranches verticales des assises. En effet, les arkoses ne montrent pas, dans la pâte, de solutions de continuité, tandis que le banc lumachelle est rempli d'une multitude de petites cavités dues à la destruction de fossiles de petite taille, 0^m30.

9. Grès arkose à grain assez fin et assez régulier, 5 mètres.

8. Grès blanc à grain assez fin, 4 mètres.

7. Marnes noires, 2 mètres.

6. Cargneules, 4 mètres.

5. Marnes et gypses, 10 mètres.

4. Calcaire dolomitique rougeâtre en bancs minces très-bien stratifiés, montrant quelques débris organiques dont quelques-uns m'ont semblé se rapporter à des articles de l'*Encrinites liliiformis*, 6 mètres.

3. Grès blancs avec reflet bleuâtre à éléments assez grossiers, mais fortement agrégés (grès à meules de la Lozère), 2 mètres.

2. Grès à gros éléments avec de nombreux noyaux de quartz roulés à la base, 8 mètres.

1. Grès rougeâtre très-délitable, avec marnes rouges intercalées, 80 mètres.

Dans cette coupe, le n° 1 représente l'étage permien, les n°s 2 et 3 les grès bigarrés, le n° 4 le muschelkalk, et les n°s 5, 6 et 7 les marnes irisées.

Le n° 10 correspond évidemment à l'horizon de l'*A. contorta*, puisque c'est là que j'ai trouvé ce fossile; mais, comme la zone à *A. contorta* est ici tout à fait rudimentaire, qu'on ne peut pas voir son extension régulière du côté de la base, il

---

cessions des assises, et, ensuite, parce qu'il n'y a pas sur le versant sud d'éboulis comme sur le versant nord.

pourrait bien se faire que les assises n° 9 et n° 8 fissent encore partie de l'infra-lias.

Le n° 11 représente l'horizon de l'*Ammonites planorbis* ou du calcaire de Valogne. C'est ce qu'avait déjà établi M. Hébert dans ses recherches aux environs de Lodève.

Enfin le n° 12 fait encore partie de la zone à *A. planorbis*, ou du moins est, par comparaison avec des coupes plus complètes, inférieur à l'horizon de la *Gryphæa arcuata*.

A Saint-Etienne de Gourgas les résultats ont été du même ordre qu'à la Défriche; seulement la zone à *A. contorta* est plus développée, et, bien qu'elle se rencontre encore dans la partie supérieure des grès arkoses, on commence à voir apparaître quelques lits de marnes renfermant cette coquille.

Voici des échantillons provenant de ce point.

Vous voyez un grès extrêmement dur, à éléments assez réguliers du reste, sur ce grès une couche de marne noirâtre n'ayant pas 2 millimètres d'épaisseur, et, dans cette marne, plusieurs exemplaires très-petits, mais parfaitement conservés de l'*A. contorta*.

Il est évident que nous sommes à la Défriche, et même à Saint-Etienne de Gourgas, tout près des anciens rivages de la mer infra-liasique.

Si cette circonstance a rendu notre tâche et celle de nos savants confrères plus difficile, la zone à *A. contorta*, maintenant qu'elle est bien reconnue aux environs de Lodève, retire de cette *position limite* un intérêt nouveau. En effet, à partir des marnes gypsifères, nous voyons la nature des sédiments se modifier lentement, sans qu'il nous soit possible d'établir en un point quelconque une ligne de démarcation quelque peu accusée.

Les caractères minéralogiques et stratigraphiques, à la Défriche et à Saint-Étienne de Gourgas, nous conduisent donc aux mêmes conséquences que le caractère paléontologique, c'est-à-dire à l'idée d'un passage continu et sans secousse entre les sédiments du trias et ceux du lias, en un mot, à la suppression, même au point de vue physique, de la lacune reconnue pendant si longtemps entre la formation triasique et la formation jurassique.

M. le Président lève la séance en exprimant le désir que le vœu, formulé par M. de Saporta relativement à la création

d'un musée de géologie locale à Lodève, reçoive une prompte réalisation.

Notes à propos de l'inondation du 18 *octobre* 1868 *dans la vallée de l'Hérault;* par M. le professeur Ch. Martins, directeur du Jardin des plantes de Montpellier.

L'Hérault est un fleuve dont le régime exceptionnel, comme celui de tous les cours d'eau du versant de la Méditerranée, mérite d'être signalé.

Les crues sont violentes, mais de courte durée; elles ont lieu ordinairement entre le mois de septembre et le mois de décembre, et entre le mois de février et le mois de mai, c'est-à-dire aux environs des équinoxes. Les crues d'automne sont habituellement plus fortes que les crues de printemps.

Dans l'intervalle qui sépare les crues, les eaux redescendent à un niveau très-bas, et pendant les deux périodes sèches du mois de décembre au mois de février et du mois de mai au mois de septembre les eaux sont habituellement à un niveau d'étiage presque constant.

Le bassin de l'Hérault se compose de trois parties distinctes : deux bassins de montagne et un bassin de plaine.

Les deux premiers, celui de l'Hérault et celui de l'Ergue, se développent l'un au nord, l'autre au sud du plateau du Larzac; leur régime torrentiel est le même, mais il arrive heureusement pour la plaine que le plateau qui sépare les deux bassins est assez grand pour que les phénomènes météorologiques qui donnent naissance aux violentes crues de l'un des affluents ne sévissent pas avec la même intensité dans l'autre bassin.

L'Hérault est alimenté par les eaux du plateau nord du Larzac, des versants sud des Cévennes au-dessus du Vigan. L'Ergue descend du sud du Larzac et des vallées profondes de l'Escandolgue; leur jonction se fait au-dessous de Gignac. A partir de ce point, le régime torrentiel fait place au régime de fleuve de plaine, alimenté par des affluents latéraux à crues soudaines aussi, mais beaucoup moins importantes que celles de l'une ou de l'autre des deux branches principales.

Les bassins de l'Hérault et de l'Ergue, au-dessus de Gignac, comprennent une surface d'environ 1,900 kilomètres carrés.

Le débit des crues peut être évalué, après la jonction des

deux affluents, à près de 2 mètres cubes par kilomètre carré soit de 3,500 à 3,800 mètres cubes par seconde.

C'est, dans les Cévennes, un fait d'observation, qu'un bassin de 500 à 2,000 kilomètres carrés fournit aux crues un débit de 2 mètres cubes par kilomètre carré, aux cours d'eau, tant que leur régime est torrentiel. Ces débits énormes correspondent à des pluies dont on ne se fait pas volontiers une idée dans les régions septentrionales. Les chiffres qui seront donnés à ce sujet à la Société géologique me dispensent d'insister.

Toute crue fait irruption violente dans le lit du fleuve sous forme de ras de marée. C'est une barre qui s'avance avec des hauteurs de 1,00 à 2,00 au-dessus de l'étiage, culbutant tout sur son passage et s'annonçant par le choc des eaux et des pierres à une distance de plusieurs kilomètres. Ce flot marche avec des vitesses de 4 à 5 kilomètres par seconde, lorsqu'il est descendu dans la plaine de l'Hérault. Chaque affluent secondaire présente le même phénomène, jusqu'à ce qu'il soit venu se perdre dans la crue générale.

Dans la journée du 18 octobre, l'orage n'a rien présenté d'extraordinaire dans la plaine de l'Hérault, au-dessous de Gignac, ni dans le bassin de l'Ergue. La pluie, à Clermont et à Lodève, au sud du Larzac, n'avait pas une intensité exceptionnelle pour le pays. On pouvait compter qu'il y aurait une crue; c'était l'époque ordinaire, et les vents du sud, qui soufflaient depuis la veille, l'annonçaient suffisamment; mais rien ne faisait présager une inondation dont le souvenir dût rester dans les annales de la vallée de l'Hérault.

Les eaux du bassin de l'Ergue s'écoulèrent en produisant une crue moyenne au-dessus de l'étiage, dans la vallée de l'Hérault, en se joignant à celles de tous les petits affluents de la rive gauche, où l'on ne signala rien d'exceptionnel.

Les eaux provenant de la vallée de l'Ergue, colorées par les débris arrachés au terrain permien rouge si caractéristique de la région, baissaient déjà sensiblement, quand tout à coup le niveau se releva et atteignit la plus grande hauteur connue dans la vallée de l'Hérault.

Cette recrudescence provenait uniquement du bassin au nord du Larzac. La pluie y tomba avec une violence extrême et la crue s'éleva, au pont de Gignac, en amont du confluent de l'Ergue, à 13 mètres au-dessus de l'étiage. La plus haute crue connue, au passage de ce pont, était de 11^{m},50 seulement. Ce fut donc, le 18 octobre, une surélévation de 1^{m},50. Le pont de

Gignac a deux arches de 20 mètres et une arche centrale de 48 mètres d'ouverture.

A 10 kilomètres plus bas, à Belarga, la crue n'était plus que de $0^m,10$ au-dessus de la crue de 1860, qui avait été produite en grande partie par les pluies extraordinaires tombées dans le bassin de l'Ergue.

A Montpellier, où il était tombé $0^m,13$ d'eau, on ne constata non plus rien d'extraordinaire.

Ainsi, une pluie pour ainsi dire normale dans toute la partie du département de l'Hérault, au sud du Larzac, a été suivie d'une inondation extraordinaire par suite de l'afflux des eaux provenant du bassin de l'Hérault dans la partie de son cours au voisinage des Cévennes.

La quantité d'eau tombée dans ces régions a dû être énorme, puisque l'Hérault seul, arrivant à Gignac, dans la soirée du 18 octobre 1868, a déterminé une crue dont la hauteur, entre Pézenas et Gignac, a dépassé de $0^m,10$ la crue du 29 octobre 1860, qui était de 1 mètre supérieure à toutes les crues connues dans cette même région.

Seulement, la crue de 1860 avait été provoquée surtout par l'arrivée simultanée de tous les affluents de la rive droite de l'Hérault, jointe à une forte crue du bassin supérieur.

Les trombes ou masses d'eau prodigieuses, tombant à la fois sur un point particulier du versant des montagnes qui regardent la Méditerranée, sont fréquentes. Elles sont dues à la lutte qui s'établit entre le vent du Nord et le vent du Sud; l'orage s'ensuit, les nuages comprimés laissent tomber des torrents d'eau, et le phénomène météorologique cesse quand le vent du nord, triomphant enfin, chasse les nuées sur la mer, où elles vont se perdre sans davantage faire parler d'elles (1).

---

(1) M. Jules Maistre, chef de la fabrique importante de draps de Villeneuvette a relevé les chiffres suivants :

Le 17 octobre 1868, la pluie a commencé à 6 heures 1/2 du soir, n'a cessé le lendemain qu'à 2 heures 1/2 de l'après-midi et a donné pour résultat $0^m,180$ millimètres d'eau en 20 heures.

M. Jules Maistre nous donne comme comparaison les chiffres suivants :

Le 1er et 2 octobre 1865, la pluie tombée fut de 578 millimètres en 26 heures, c'est-à-dire de $0^m,022$ en moyenne par heure; la pluie la plus forte a eu lieu entre 9 et 11 heures du matin; 185 millimètres d'eau sont tombés dans l'espace de deux heures.

Le 23 juin 1868 a vu tomber 210 millimètres d'eau dans 19 heures.

Le même jour 18 octobre a vu tomber 68 millimètres d'eau à Saint-Pons

Séance du 19 *octobre* 1868.

La séance est ouverte à 8 heures du soir, sous la présidence de M. de Rouville, dans le salon de l'hôtel de ville.

M. Cazalis de Fondouce, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est adopté.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame provisoirement membres de la Société :

M. Louis Bazille, à Montpellier, présenté par MM. Paul Marès et Cazalis de Fondouce.

M. Georges Pomier-Leyrargues, ingénieur civil, à Montpellier, présenté par MM. de Rouville et Matheron.

M. Frantz Léenhardt, étudiant en théologie, à Sorgues (Vaucluse), présenté par MM. Coquand et de Rouville.

M. Alfred Bouscaren, propriétaire, à Montpellier, présenté par MM. Paul Marès et Jules Michel.

M. Jules Maistre, propriétaire à Villeneuvette, près Clermont (Hérault), présenté par MM. Ch. Martins et de Rouville.

M. Caisso, docteur en médecine à Clermont (Hérault), présenté par MM. Coquand et de Rouville.

M. Auguste d'Espous, propriétaire, à Montpellier, présenté par MM. de Saporta et Coquand.

M. Le Mesle, naturaliste à Marseille, présenté par MM. Coquand et Dieulafait.

M. le Président, après avoir remercié l'autorité municipale, donne la parole à M. Jaubert, qui fait une communication *sur les formations jurassiques qui recouvrent le versant nord du mont Lozère* (1).

(N. du département, à 316^{m} au-dessus de la mer), à Loupian (à 2 kilom. de l'étang de Thau), 108 millimètres, à Saint-Maurice, sur le Larzac (590^{m}), 350 millimètres, le 17 octobre, à Montpellier, 5 millimètres, et le 19, 107 millimètres.

(1) Voir *Bull.*, t. XXVI, séance du 9 nov. 1868, p. 216.

Après la lecture de ce mémoire, une courte conversation s'engage sur son sujet entre l'auteur et M. Coquand.

M. de Rouville rend compte de la course que la Société a faite dans la journée en se rendant de Lodève à Bédarieux. Il s'exprime ainsi :

(Voir Pl. IX, fig. 10 et 11.)

La Société a pu, grâce au beau temps qui a brusquement succédé à la tempête de la veille, gravir la rampe du plateau de l'Escandolgue, à travers les assises du trias et un développement considérable de couches jurassiques, généralement horizontales, mais fracturées en divers sens, qui constituent un relief orographique tout particulier aux environs de Lodève et jusque dans l'Aveyron et le Gard.

Le massif, plus surbaissé de ce côté qu'il ne l'est au nord de Pegayrolles, n'est pas surmonté par les marnes supraliasiques, ni couronné par les dolomies de l'oolithe qui, rappelant quelques accidents de celles de Mourèze, se développent sur de vastes espaces tout autour du Caylar, sur la route de la Lozère.

Des couches dolomitiques puissantes, appartenant au lias, plus résistantes et plus massives que celles de l'oolithe et des assises calcaires qui leur paraissent subordonnées, forment presque à elles seules la masse de la montagne que la route gravit en lacets allongés. Quelques fossiles trouvés dans un banc calcaire ont rappelé la faune d'Hettange à M. Coquand, qui en fera l'objet d'une mention spéciale. On s'élève insensiblement jusqu'à des bancs dont les caractères extérieurs et quelques débris de fossiles tendraient à fixer la place au niveau du lias moyen; des amas puissants de tufs volcaniques, de pépérines grises et rougeâtres, enveloppant de gros nodules de péridot, supportent une nappe solide de basalte compacte qui revêt le massif calcaire en formant une ligne dorsale étroite, mais nettement dessinée du nord au sud, à partir du bois de Guillaumar, dans l'Aveyron, jusqu'au-dessus de Saint-Martin-de-Combas, et se prolongeant presque jusqu'à la mer en îlots isolés ou sous forme d'évents localisés et circonscrits.

Aucune preuve suffisante ne permet encore d'établir la contemporanéité de ces éruptions volcaniques avec celles qui, près de la mer, à Saint-Thibery et au Mont-Loup-d'Agde, ont recouvert de leurs produits le cailloutis siliceux que la Société a observé près de Pézenas; une différence remarquable entre elles gît

dans la proportion du péridot, infiniment réduit et presque à l'état microscopique dans les basaltes d'Agde et de Saint-Thibery, très-considérable au contraire et sous forme de boules et de fragments volumineux dans ceux de la partie nord du département, comme aux évents de Montferrier, près de Montpellier, et de Fontés près Pézenas. L'ancienneté plus grande de ceux-ci pourrait être admise jusqu'à nouvel ordre.

Un peu avant le sommet de la côte, la Société a pu constater le contact du basalte et du calcaire et se convaincre qu'à peu près aucun effet métamorphique ne s'est produit à leur contact.

La route, après avoir dépassé le col où se trouve le passage de la dolomie juxtaposée aux calcaires du lias moyen, descend rapidement la même rampe du côté de Lunas, laquelle se déroule en plein massif jurassique que traversent à intervalles des filons basaltiques généralement étroits, faisant fonction de pieds ou de colonnes du basalte qui s'épate en forme de champignon à la surface de la roche. Le lias inférieur supporte Luxas et se termine à quelques mètres plus bas, vers la vallée de l'Orb, pour laisser apparaître successivement le trias, le permien, le houiller et le granite.

Ces terrains divers saillent très-nettement aux yeux de l'observateur, grâce à la disposition en étages qu'ils affectent jusqu'après le Bousquet d'Orb.

Les hauts sommets du Mendijo, formés d'une roche granitoïde et constituant le massif du bois de Vernazobres, se détachent directement au nord, supportant successivement, et en retrait les uns par rapport aux autres, les schistes houillers avec couches de combustible exploitées, le grès rouge ou permien se présentant sous forme de conglomérats littoraux grossiers; les schistes monochromes qui les surmontent, appartenant au même niveau, ont été érodés par les eaux et se montrent, du côté du sud, sur l'autre bord de la rivière, affleurant, sous forme de talus peu rapides, au-dessous d'une corniche saillante de grès bigarré, que surmonte à son tour un nouveau talus formé de marnes ternes faiblement irisées, le tout recouvert d'un abrupt calcaire, prolongement du massif liasique, bord occidental du rocher du même âge, qui enceint Lodève du côté de l'ouest.

Le Bousquet d'Orb, placé en contre-bas de ces terrasses, adossé au conglomérat permien, dominé par les roches cristallines du Mendijo, offrait une halte naturelle à la Société.

Elle y a trouvé au sein de la famille de M. Simon, directeur des mines de Graissessac, qui comprennent la concession du Bousquet, un accueil des plus gracieux, un repos des plus confortables. Mesdemoiselles Simon, en l'absence de leurs parents, retenus bien malgré eux dans ce moment à Paris, pour des affaires urgentes, se sont acquittées de la tâche d'hôtesses avec la plus charmante et la plus délicate simplicité.

Après une visite faite à la Verrerie, où l'observation des laitiers a provoqué des remarques intéressantes sur les phénomènes relatifs à la cristallisation des roches ignées, la Société a suivi la route de Bédarieux; peu après avoir dépassé le Bousquet, elle a constaté l'abaissement sensible de tous les systèmes reconnus près de la Verrerie. Le lias forme à lui seul les berges de la route qu'il encaisse et rétrécit, en même temps que le lit de la rivière, qui a dû se creuser son passage à travers une fracture au milieu de ses berges solides.

A gauche de l'Orb s'étagent, sur le lias, les marnes supraliasiques formant talus et supportant un cordon calcaire, remarquable, sur certains points, par une couleur rougeâtre qui lui a fait donner dans le pays le nom de roc rouge; il représente l'oolithe inférieure calcaire; au delà, sur un troisième plan, et quelquefois sur le bord même de la corniche, se développent les dolomies de ce même niveau qui, en ce point, viennent en droite ligne de leur centre d'épanouissement à Mourèze.

La Société a pu constater cette succession, aussi nette qu'intéressante, de terrains, du haut du plateau liasique très-étendu qui se développe sur la rive droite de l'Orb jusque vers Herepian, en aval de Bédarieux, où le trias affleure de nouveau, fournissant à Lamalou les eaux thermo-minérales qui font le revenu et la fortune de cette localité. Un dernier trait de ce panorama est fourni par la grande muraille formée de schistes et de calcaires anciens qui se profile du côté du sud sur la rive droite de la rivière, et forme de ce côté la limite septentrionale des terrains paléozoïques de Cabrières; un sommet proéminent de cette chaîne rappelant, par sa composition à la fois schisteuse et calcaire, comme aussi par son isolement du côté du nord, le pic de Cabrières, constitue le point orographique le plus considérable de la région de Bédarieux et porte, dans le pays, le nom de Tantajo.

M. Ansted désire, au moment où la Société va se séparer,

faire connaître les impressions qu'il a recueillies dans les courses de la session extraordinaire de l'Hérault. Le département de l'Hérault, dit-il, est surtout remarquable par tout ce qu'il renferme. Nous avons vu se développer une série qui s'étend depuis les terrains les plus récents jusqu'aux vieilles assises siluriennes; nous avons rencontré des granites, des porphyres, des roches volcaniques de divers âges. A côté de l'intérêt géologique, l'intérêt pittoresque a reçu aussi satisfaction, notamment dans la visite aux fantastiques dolomies de Mourèze. Dans un résumé à la fois rapide et complet, le savant Secrétaire de la Société géologique de Londres passe en revue toute cette série de terrains que cette session lui a permis de parcourir dans une seule semaine. Il se plaît à constater en finissant que ce résultat immense est dû à la parfaite connaissance qu'une vie, consacrée entièrement à l'étude de ce département, a permis à M. de Rouville de mettre au service de la Société.

M. Coquand donne quelques explications sur la course que la Société fera le lendemain dans le terrain houiller de Graissessac. Il termine en demandant l'établissement à Bédarieux d'une collection de géologie locale.

Séance du 20 *octobre* 1868.

La séance est ouverte à 8 heures du soir, sous la présidence de M. de Rouville, dans une des salles de l'hôtel de ville, à Béziers.

M. Cazalis de Fondouce, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, qui est adopté.

M. le Président, après avoir remercié l'autorité municipale d'avoir bien voulu mettre le salon de l'hôtel de ville à la disposition de la Société, donne la parole à M. Coquand.

M. Coquand rend compte de la course faite dans la journée à Graissessac. La Société a trouvé là des schistes phylladiens à filons de quartz, sans fossiles, qui rappellent le terrain cambrien. Dans ce terrain cambrien, à couches très-

relevées, existe un fond de cuvette dans lequel se sont déposés les terrains houillers, formés au détriment des roches précédentes, de sorte que les premiers sédiments sont des poudingues ou conglomérats, puis des argiles noirâtres renfermant de nombreux fossiles végétaux de cette époque, etc. Dans ces terrains lacustres de l'époque houillère, il y a eu des causes perturbatrices; pendant que l'eau formait ses sédiments, le feu agissait aussi. La Société a pu voir un très-beau porphyre intercalé dans les terrains anciens de Graissessac. C'est un porphyre bleu turquin, semé de cristaux de feldspath, auquel il ne manque pour être célèbre que de s'être trouvé près de Rome ou de la grande Grèce. Les conglomérats houillers ne renferment aucun élément porphyrique; les conglomérats permiens de Graissessac en renferment au contraire; l'âge de ce porphyre est donc parfaitement déterminé. La Société a examiné avec beaucoup de soin tout ce qui se rapporte à l'industrie des charbons, notamment ce qui concerne le triage et le lavage des menus et la fabrication des agglomérés. Elle était conduite dans cette excursion par les ingénieurs de la compagnie, et M. Coquand saisit cette occasion pour remercier en son nom MM. Lombard, Gounot, Sarrut et Pomier-Leyrargues de leur accueil empressé et de leur courtoisie.

M. Pomier-Leyrargues a bien voulu résumer, dans la note suivante, les principaux traits du bassin de Graissessac qui avaient plus particulièrement fixé l'attention de la Société.

Note sur le bassin houiller de Graissessac; par M. Pomier-Leyrargues.

I. — Position géographique et géologique du bassin.

Le village de Graissessac, situé à 15 kilomètres de Bédarieux, sur la limite nord de l'Hérault, a donné son nom au bassin houiller, dont il occupe à peu près le centre, et qui s'étend dans la direction E. O., depuis le confluent du Rouffiac et de la rivière d'Orb jusqu'au pont de la Mouline, sur la route d'Agde à Castres.

Le terrain houiller, presque entièrement découvert, forme entre ces deux points éloignés de 20 kilomètres, une zone montagneuse, dont la largeur en atteint deux.

Au nord et vers l'ouest, il est redressé contre les schistes du terrain de transition. Ces schistes sont traversés en certains points par des filons d'un beau porphyre (1) dont la nature et la direction ont été déterminées par M. de Rouville.

Vers le sud, il s'appuie sur des schistes analogues et des calcaires dévoniens, qui donnent à la cuisson une bonne chaux hydraulique.

A l'est, dans la concession du Bousquet, il s'est affaissé sous les grès rouges permiens de la vallée de l'Orb.

II. — Orographie du terrain houiller.

La surface du bassin est très-accidentée; la crête nord de l'encaissement forme les sommets abrupts et élevés (1063 m.) d'une partie de la ligne de partage des eaux de l'Océan et de la Méditerranée, dont l'alignement varie peu en ce point de celui (système des Ballons) O. 15° N.

C'est à ce violent mouvement qu'il faut attribuer le soulèvement du terrain houiller au-dessus de tous les dépôts postérieurs et les dislocations qui ont ouvert ses vallées et mis à nu ses nombreux affleurements.

L'altitude moyenne du terrain houiller est de 380 mètres; son aspect varié.

Au-dessus de quelques prairies, qui accompagnent ses thalwegs, s'étagent en gradins, sur les versants méridionaux, les dernières vignes de la contrée.

Les pentes tournées vers les autres vents cachent leur couleur grise sous des bois épais de châtaigniers et leurs cercliéres, qui font la culture principale du pays.

Plus haut, vers le nord, dans ses parties les plus redressées, l'aspect devient plus sauvage; la végétation y est contrariée par la dispersion des blocs de grès et des arènes accumulées par les cassures du terrain et l'action du temps.

C'est du milieu de ces éboulis, parsemés de bruyères et de genêts, que se dégagent les crêtes finales du grès houiller.

---

(1) Pâte verte avec grains de quartz améthyste et cristaux de feldspath orthose.

III. — HISTORIQUE DU BASSIN.

Dans le nombre des vallées qui sillonnent le bassin, on peut en distinguer quatre principales, naissant à la ligne de faîte dont nous avons parlé, et découpant transversalement la partie supérieure des dépôts houillers dans la direction N. N. O. S. S. E.

C'est dans les affleurements de celles de Clédou et d'Espaze, dont les villages de Graissessac et de Camplong occupent le fond, que furent ouverts les premiers travaux.

Ils remontent fort loin. M. de Gensanne, dans son histoire naturelle du Languedoc, publiée en 1766, parle en ces termes :

« Parvenus à Graissessac, nous avons visité les mines de charbon que le sieur Giral y fait exploiter. Nous avons d'abord observé auprès de l'entrée une quantité considérable de charbons extraits, et, étant entrés dans les travaux, nous y avons trouvé trente mineurs effectifs, avec les officiers nécessaires à ce travail. La veine qu'on exploite a depuis cinq jusqu'à dix ou douze pieds d'épaisseur, et le charbon y est d'une qualité supérieure. Les travaux y sont conduits avec la plus grande intelligence; tout y est solide, bien aéré et soutenu avec soin. L'eau n'y incommode pas, attendu qu'on a eu l'attention de se procurer des percements qui en facilitent l'évacuation.

« De là, nous avons passé à Camplong; il y a ici quantité de mines de charbon; on y remarque beaucoup d'ouvertures qui ont été faites par les paysans à la surface des veines, sans ordre ni ménagements. Toutes ces ouvertures superficielles se sont éboulées et rendent l'accès du charbon très-difficile et très-coûteux. »

Les concessions auxquelles le bassin donna lieu datent de ce siècle.

Leur morcellement nuisit au développement des travaux.

Ce n'est qu'à partir du moment où les quatre principales furent réunies dans les mêmes mains que l'exploitation prit un premier développement en rapport avec les richesses du bassin.

On eut d'abord à lutter contre la difficulté des transports, et cet obstacle arrêta l'essor de l'extraction, qui ne fournissait à la vente qu'une trentaine de mille tonnes, péniblement charriées sur les routes jusqu'au canal du Languedoc.

L'ouverture du chemin de fer de Graissessac à Béziers, qui eu lieu vers 1858, permit enfin de donner aux travaux une plus grande extension.

Encore fut-elle longtemps retenue par les tarifs exorbitants mis en vigueur sur cette ligne.

En 1858, l'extraction du bassin était de 39,000 tonnes; en 1867 elle a atteint 177,000 tonnes.

Le hameau de Graissessac, qui ne comptait que quelques feux partagés entre les mineurs et les cloutiers, possède aujourd'hui une population ouvrière de 1,900 âmes.

IV. — Allure générale des couches.

Les travaux entrepris depuis lors ont mis à nu une vaste nappe houillère, dont les couches suivent toutes les inflexions du terrain.

Inclinées vers le nord, contre la roche encaissante qui les a comprimées en les redressant, elles s'étendent depuis la surface du terrain jusqu'à de grandes profondeurs, à la limite de la formation houillère.

On peut distinguer plusieurs périodes dans la série de leurs dépôts.

Les principaux accidents qui affectent les veines paraissent devoir leur origine aux dénivellations produites par l'ouverture des vallées et les cassures du terrain.

Les couches sont séparées par les alternances de grès fins et de schistes riches en empreintes.

La flore houillère y est représentée par des débris qui se rapportent aux fougères (*Sphenophyllum*, *Annularia brevifolia*). Quelques Calamites, et de nombreuses variétés de cycadées, *Stigmaria*, *Sigillaria pachyderma*, etc.

On n'a point encore trouvé d'empreintes de poissons (*Amblypterus*, *Palæoniscus*.

Le grisou y est peu fréquent.

V. — Concession, mode d'exploitation.

Dans un aperçu aussi rapide que celui-ci, nous devons nous borner à esquisser à grands traits les points principaux sur lesquels s'est portée l'exploitation.

Elle est localisée actuellement dans les massifs supérieurs compris entre les vallées.

Ces montagnes houillères ont été percées de larges galeries qui ont recoupé un certain nombre de couches. Dans chacune d'elles a été créé un champ d'exploitation en rapport avec l'amont-pendage qu'elles présentent.

Les quatre concessions dont nous avons parlé plus haut portent les noms des territoires qu'elles comprennent.

Ce sont, en commençant à l'est : celle du Bousquet, celle de Boussagues, celle du Devois de Graissessac, celle de Saint-Gervais.

Nous dirons un mot des trois dernières, la première ayant été décrite plus haut.

Le massif houiller, qui s'étend sous les concessions du Devois et de Saint-Gervais, est sillonné de nombreux affleurements.

Six couches principales sont actuellement exploitées vers la partie est de ces concessions. Elles s'y développent avec une grande régularité d'allure et de composition.

L'épaisseur totale de ces couches est de $13^{m},48$, contenus dans un massif de grès et de schistes de 84 mètres d'épaisseur, soit un rapport de 15 p. 100 entre l'épaisseur du charbon et celle de la partie stérile.

Les ouvertures par lesquelles ces veines ont été attaquées sont au nombre de quatre, étagées sur le versant est de la vallée de Graissessac.

La montagne de la Padène, qui sépare les deux vallées de Graissessac et de Camplong, et à travers laquelle ont été pratiquées les premières ouvertures, est comprise dans la concession de Boussagues.

Huit couches principales y sont exploitées ; leur puissance en charbon varie entre $1^{m},60$ et 8 mètres, et elles forment une épaisseur totale de 20 mètres.

Le rapport entre l'épaisseur du charbon fin et celle de la partie stérile est, dans cette coupe, de 17 p. 100.

Les ouvertures sont percées à différents niveaux du côté de la vallée de Graissessac, et correspondent de l'autre dans celles de Camplong, sous le territoire de laquelle les veines prennent de nouveaux développements.

En profondeur, le terrain houiller a été recoupé par un puits de quatre mètres de diamètre, qui a permis de constater la continuité des dépôts dans toute leur régularité, avec toute leur puissance.

VI. — Caractères principaux des charbons.

Les charbons de ces différents points présentent les variétés comprises entre les houilles grasses et les demi-grasses.

Les plus gros occupent la partie centrale du bassin.

Dans la partie occidentale, les veines passent aux charbons maigres et anthraciteux.

Cette partie du terrain houiller a fait l'objet d'une concession particulière.

Les matières volatiles dans ces houilles varient entre 19 et 30 p. 100.

La teneur en cendres est entre 3 et 15 p. 100.

VII. — Installations extérieures.

La gare du chemin de fer de Graissessac à Béziers a été établie à la cote 287 mètres, au débouché de la vallée de Graissessac et à 2 kilomètres des mines les plus reculées.

La vallée élargie en ce point offre un espace suffisant aux installations de préparations mécaniques, transformation des menus et ateliers qui y sont concentrés.

Les houilles descendent par différents plans inclinés automoteurs à un premier niveau occupé par une voie horizontale, sur laquelle ils viennent s'embrancher et qui, partant des exploitations les plus reculées, traverse le village de Graissessac et vient aboutir à un dernier plan incliné double qui commande la gare d'expédition d'Estréchoux.

Le matériel qui circule sur ces voies est celui de l'intérieur. La benne porte 500 kilog.

Les charbons gros sont envoyés directement sur les quais de la gare ; c'est en ce point qu'ils sont triés et défichés avant leur arrimage en wagons.

Les tout-venant sont arrêtés à 100 mètres en amont, sur de vastes estacades, d'où ils sont culbutés sur un jeu de cribles, destiné à classer les grosseurs suivant les besoins du commerce et de l'industrie.

La différence de niveau entre cette première plate-forme et celle des quais d'expédition, rachetée pour le transport des gros par un plan incliné, a été mise à profit en ce point pour l'installation de ces criblages, des lavoirs et ateliers du coke.

En haut, se trouvent les cribles. De ce point, les charbons

préalablement classés sont dirigés suivant leur grosseur et leur destination, les uns, directement sur la gare, les autres, vers les ateliers de lavage, établis parallèlement à un niveau inférieur. Plus bas sont disposés les bassins de dépôts des houilles lavées et les fours à coke.

Ainsi, les menus passent rationnellement et mécaniquement par les différentes manipulations qu'ils doivent subir suivant leur qualité.

Les fours à coke sont du système Apport.

Vis-à-vis de ces premières installations et de l'autre côté du ruisseau qui suit les sinuosités de la vallée, sont installées les machines à agglomérer, et les ateliers de construction et de réparation du matériel et des machines.

Les machines à agglomérer, employées à Graissessac, débitent leurs produits sous la forme de briquettes, du poids de 2 et de 5 kilogrammes.

VIII. — Débouché.

Les houilles en nature, les cokes et les agglomérés trouvent leur débouché sur toute la ligne du chemin de fer du Midi, depuis Cette jusqu'au pied des Pyrénées d'une part, et de l'autre vers Montpellier, Marseille et Toulon.

L'exportation par les ports de Cette et d'Agde en absorbe une certaine quantité, principalement pour alimenter la navigation à vapeur française dans la Méditerranée, la nature demi-grasse de ces charbons les rendant très-propres à la production de la vapeur.

M. de Rouville présente une carte géologique des environs de Béziers, faite sous sa direction par le frère Léothéricien (de la doctrine), et insiste à ce sujet sur l'importance qu'aurait à ses yeux l'exécution de cartes géologiques communales. Les couleurs y demeurent conventionnelles; on pourrait, ajoute-t-il, tâcher d'y reproduire les couleurs naturelles du sol, afin de rendre la carte plus facile à lire par les habitants de la commune. La présence d'une pareille carte, dans l'école, pourrait frapper les yeux des enfants et les familiariser par avance avec les principaux faits de l'histoire géologique de leur commune, en même temps

qu'elle leur ferait connaître les différents sous-sols dont l'agriculture locale doit tenir compte.

M. Coquand rappelle que, dans la course de la veille, la Société a rencontré, en montant la côte de l'Escandolgue, des grès renfermant des fossiles analogues à ceux des grès d'Hettange. Il a examiné ces fossiles et fait à ce sujet la communication suivante :

En sortant de Lodève et en remontant la côte de l'Escandolgue, la Société, après s'être affranchie des marnes irisées, a eu l'occasion de passer plusieurs fois en revue, à cause des inflexions de la route, les bancs nombreux de dolomies jaunâtres qui surmontent les assises à *Avicula contorta*, et qui, ainsi que l'a fait observer M. Dieulafait, ressemblent d'une manière si frappante à ceux du Var et des Bouches-du-Rhône, dont la position est d'ailleurs identique. Au milieu de ces dolomies, qu'illustrent des géodes magnifiques tapissées de chaux carbonatée, il existe, comme il en existe également dans la basse Provence, plusieurs bancs intercalés de calcaires non magnésiens, dans un desquels on a été assez heureux pour rencontrer un nid de fossiles, mais tous passés à l'état de moules et d'une extraction difficile. On a pu y reconnaître cependant le genre *Cardinia*, représenté par plusieurs formes, l'*Ampullaria obtusa*, Terquem, le *Cerithium gratum*, Terq., et une *Avicula*, voisine de l'*A. Dunkeri*, Terq. Le peu de temps dont on pouvait disposer n'a pas permis de fouiller la couche dans son prolongement et de faire une plus ample moisson de fossiles.

Cependant, il est permis de tirer une conclusion capitale de la présence de ces fossiles, puisque leur gisement est précisément celui des grès infraliasiques d'*Hettange*, et qu'il dévoile une station fossilifère inférieure au niveau des calcaires à Gryphées arquées. C'est l'opinion que M. Coquand a toujours soutenue pour la plus grande portion des dolomies de la basse Provence, dont il a indiqué la position constante entre le lias moyen fossilifère et les couches à *Avicula contorta*, opinion qui se trouve pleinement confirmée par la découverte faite sur la côte de l'Escandolgue.

Si, comme il paraît difficile de le contester d'ailleurs, le calcaire à *Cardinia* de cette région de l'Hérault correspond au calcaire de Belgentier, de Cuers, de la Sainte-Baume, de Tretz, qui occupe la même place au sein des dolomies infraliasiques,

on aurait, dans le midi de la France, la série liasique aussi complète que dans le nord. M. Coquand, en effet, ne prévoit pas d'objections sérieuses à élever contre l'opinion de ceux qui, comme lui, verraient dans le calcaire fossilifère l'équivalent des grès d'Hettange et du Luxembourg, et dans les dolomies qui les surmontent jusqu'à la rencontre du lias moyen fossilifère l'équivalent du lias à Gryphées.

M. Coquand ajoute qu'il a remarqué que les paléontologistes ont en général une tendance à ne tenir aucun compte des masses minérales, lorsque ces masses sont dépourvues de fossiles, et c'est là le cas pour les dolomies et les calcaires lithographiques, qui sont si largement représentés dans la Provence ; mais la paléontologie se charge, de temps en temps, de réprimer ces dénis de justice commis en son nom.

Les découvertes récentes opérées dans le Midi, et surtout celle tout à fait inattendue faite sur la côte de l'Escandolgue, montrent que l'école stratigraphique, quoique procédant avec moins d'éclat, mais avec moins de précipitation que l'école paléontologique, a eu le mérite d'interpréter les choses d'une façon plus sérieuse que ne l'a fait cette dernière, en donnant aux étages une signification conforme aux lois de succession et conforme, par conséquent, aux lois générales de la géologie. Entre les savants qui prétendent, chacun suivant une tendance exclusive, qu'en dehors de la stratigraphie ou de la paléontologie il n'existe point de salut, il existe fort heureusement une catégorie d'autres savants, qui sont d'accord pour ne point séparer les données paléontologiques d'avec les données stratigraphiques. C'est cette école qui seule a fondé et fondera les bases de la géologie des terrains sédimentaires.

M. Coquand regrette que la Société n'ait pas pu prolonger de quelques jours la durée de la session, de façon à visiter les environs de Narbonne; mais il sait que quelques-uns de ses confrères se proposent, après la fin des travaux, d'aller à Armissan et à la Clape. Il croit donc opportun, avant que la Société se sépare, de faire connaître son opinion sur les terrains de cette dernière localité (1).

M. le Président, après avoir remercié M. le vice-président

(1) Voir cette communication. *Bull.*, t. XXVI, séance du 9 nov. 1868, p. 187.

Coquand du concours qu'il lui a prêté, et ses collègues de l'honneur qu'ils lui ont fait de l'appeler à présider leurs réunions et à diriger leurs courses, prononce la clôture de la session extraordinaire de 1868.

Avant de se séparer, la Société, sur la proposition de M. Coquand, vote des remercîments à M. de Rouville.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME

L. Dieulafait. — Sur l'âge des calcaires blancs des environs de Toulon. Réponse à une note de M. Coquand, du 17 juin 1867. . . . 16
Ed. Hébert. — Observations au sujet de la note de M. Coquand, précitée. 20
H. Coquand. — Description géologique des gisements bituminifères et pétrolifères de Sélenitza, dans l'Albanie, et de Chieri, dans l'île de Zante 20
E. Tabariès de Grandsaignes. — Étude géologique sur la Corse. . . . 74
De Vignet. — Note sur une simple question de statique 95
F. Garrigou. — Étude du terrain stratifié dit laurentien ou antésilurien, dans l'Ariége et les autres parties des Pyrénées. 97
Edm. Pellat. — Sur le terrain jurassique supérieur du Boulonnais. . 119
J. Marcou. — Sur la carte géologique de la province de Victoria (Australie) 121
J. Marcou. — Sur la grande carte géologique des Iles Britaniques. . . 123
Pisani. — Sur une éruption récente du Vésuve. 134
P. Marès. — Sur l'existence du terrain secondaire dans le Djurjura (Grande-Kabylie) 135
F. Garrigou. — Nouvelle note sur le terrain dit laurentien, dans l'Ariége. 136
Ch. Martins et Ed. Collomb. — Essai sur l'ancien glacier d'Argelès (Hautes-Pyrénées), et faune correspondant à l'époque glaciaire dans la plaine sous-pyrénéenne. 141
B. Studer. — Lettre à la Société géologique sur la deuxième édition de la carte géologique de la Suisse. 169
G. de Mortillet. — L'homme dans les temps géologiques. 180
Th. Ébray. — Allures des couches sédimentaires aux abords des émissions basaltiques du Coyron (Ardèche) 185
C. de Boutigny. — Sur le calcaire cipolin de Fenouillet, près Hyères, (Var) 191
Edm. Pellat — Observations sur quelques assises du terrain jurassique supérieur du bas Boulonnais. 197
Ch. Lory. — Sur la structure des Alpes occidentales; observations sur diverses notes de M. Ébray. 215
Le même. — Sur les sinuosités des affleurements des failles dans les Alpes. 235
La Société. — Composition du bureau, du conseil et des commissions pour l'année 1868 241
La même. — Interprétation du règlement au sujet de la nomination des membres du conseil. 242

A. Boué. — Sur la carte géologique de la Styrie, publiée par l'Association géognostique et minière de cette contrée; comparaison des avantages de la géologie paléontologique avec ceux de la géognosie de position; sur l'origine des serpentines. 244
L. Ville. — Études géologiques faites dans la Kabylie. 251
Lehardy de Beaulieu. — Sur les fossiles trouvés à la base du lias de Belgique 275
J. Itier. — Du rôle qu'ont joué les eaux thermales dans les formations géologiques postérieures aux dépôts des derniers terrains tertiaires. 277
Alb. de Lapparent. — Sur l'extension du terrain crétacé inférieur dans le nord du bassin parisien. 284
Éd. Jannettaz. — Sur une forme nouvelle du clinochlore du Japon. . 290
H. Coquand. — De l'étage des marnes irisées et de l'étage rhétien (couches à *Avicula contorta)* dans les environs de Montferrat (Var), et de leur séparation au moyen du *bone-bed*. 291
L. Hardouin. — Sur la géologie de la subdivision de Constantine. . . 328
Th. Ébray. — Sur les couches à *Terebratula diphya* de la Porte-de-France. 346
Alph. Favre. — Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du mont Blanc. 356
La Société. — Commission nommée pour vérifier l'état des collections de la Société; désignation d'un archiviste-adjoint; changement du jour fixé pour la séance générale annuelle, et décision au sujet des notes à insérer au Bulletin. 366
R. Tournouer. — Sur les lambeaux de terrain tertiaire des environs de Rennes et de Dinan, en Bretagne, et particulièrement sur la présence des sables de Fontainebleau aux environs de Rennes . . 367
Gruner. — Sur la flore du bassin houiller d'Ahun (Creuse). 391
Fischer. — Sur la géologie de Madagascar. 399
Delanoue. — Sur la découverte de moraines glaciaires en Auvergne. . 402
Dieulafait. — Sur l'oolithe inférieure, les calcaires à empreintes végétales et les calcaires à entroques, dans le sud et le sud-est de la France. 403
H. Coquand. — Sur les gisements asphaltiques des environs de Raguza, dans la province du Val di Noto (Sicile). 420
Le même. — Sur l'âge des gisements du sel gemme (Djebel-Melah), sur l'origine des ruisseaux salés (Oued-Melah) et des lacs salés (Chotts et Sebkha) de l'Algérie. 431
L. Simonin. — Sur les mines d'or et d'argent du Colorado. 453
Tombeck. — Sur le terrain portlandien de la Haute-Marne. 456
Le même. — Sur les terrains corallien et kimméridien du même département. 458
J. Seguenza. — La formation zancléenne, ou Recherches sur une nouvelle formation tertiaire. 465
Th. Ébray. — Réponse aux observations de M. Lory, page 215 de ce volume. 483
L. Lartet. — Sur une formation particulière de grès rouge en Afrique et en Asie, à propos de la valeur du caractère lithologique en stratigraphie. 490
Belgrand. — Histoire de la Seine. 499
D'Archiac. — Notice sur la vie et les travaux d'Auguste Viquesnel. . 526
Alfred Caillaux. — Notice sur la vie et les travaux de M. Trijer. . . 547

BELGRAND. — Sur la découverte de plantes fossiles de l'époque quaternaire dans le bassin de Paris 573
Alb. GAUDRY. — Sur l'*Actinodon Frossardi* de Muse. 576
Ed. HÉBERT. — Sur la discontinuité existant, dans l'Yonne, entre le dépôt des assises néocomiennes et portlandiennes. 577
TOMBECK. — Observations sur le même sujet. 577
E. TABARIÈS DE GRANDSAIGNES. — Du rôle important des phénomènes chimiques dans la fossilisation. 578
J. MARCOU. — Extrait de la narration du voyage autour du monde de la frégate autrichienne *Novara*, donnée par M. Hochstetter. . . 595
FOUQUÉ. — Sur la contemporanéité de l'homme avec l'écroulement du centre de l'île Santorin 597
Alph. FAVRE. — Sur une station de l'âge du renne au pied du mont Salève. 597
Éd. COLLOMB. — Présentation du budget pour 1868. 598
H. COQUAND. — Sur l'étage géologique auquel appartient le *Cidaris glandifera*, Goldf. 600
DELESSE. — Lithologie des mers britanniques. 604
ÉM. BENOIT. — Extrait d'une brochure de MM. Falsan et Chantre sur la conservation des blocs erratiques. 612
BERTRAND. — Sur des fragments de mâchoires du *Rhinoceros pleuroceros*, avec entailles, trouvés dans le miocène inférieur de Billy, près Saint-Germain-les-Fossés 614
L. DIEULAFAIT. — 4e note sur la zone à *Avicula contorta* dans le sud-est de la France. 616
F. GARRIGOU et feu Louis MARTIN. — Géologie de la station thermale de Luchon (Haute-Garonne) 624
L. VILLE. — Note minéralogique sur les environs de Dellys. 641
A. PÉRON. — Observations sur le terrain tertiaire du sud de la Corse, à propos de la note de M. Tabariès de Grandsaignes sur la géologie de cette île. 670
TOMBECK. — Sur l'infra-lias de Chalindrey (Haute-Marne). 676
L. VAILLANT. — Sur quelques objets océaniens dont la matière paraît empruntée à des coquilles de la famille des Tridacnidées. . . 681
DE BILLY. — Sur les ophites. 682
AGASSIZ et COUTINHO. — Sur la géologie de l'Amazone. 685
P. W. STUART MENTHEATH. — Sur les évidences d'une époque glaciaire miocène considérées spécialement dans les Pyrénées. 694
H. MAGNAN. — Sur une 2e coupe des petites Pyrénées de l'Ariége, sur l'ophite (diorite), roche essentiellement passive, et aperçu sur les érosions et les failles. 709
F. GARRIGOU. — Ophites des Pyrénées; leur origine sédimentaire et métamorphique 724
ÉM. SAUVAGE. — Sur les poissons fossiles du Boulonnais. 750
DAUSSE. — Sur les terrasses alluviales. 752
PH. MATHERON. — Sur l'âge des calcaires lacustres à *Strophostoma lapicida* des environs d'Aix et de Montpellier, et sur la position de l'étage de Rognac, par rapport à la série des dépôts crétacés fluvio-lacustres du bassin de Fuveau 762
BLANDET. — L'excès d'insolation considéré comme principe du phénomène paléothermal, ou soleil du jour égal, et de la zone torride paléozoïque. 777

CHAPER. — Sur le travail de M. Pictet : Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lemenc. . . . . 691 et 811
ED. HÉBERT. — Note sur le même sujet. 824
J. DELANOUE. — Nature, âge et influence du prétendu granite tertiaire de l'île d'Elbe 834
Éd. JANNETTAZ. — Sur le quartz purpurin, imitant le rubis, des minerais cuprifères du Chili. 835
TH. ÉBRAY. — De la manière dont se terminent vers l'est les montagnes du Beaujolais 840
A. SAUTIER. — De l'étage rhétien (zone à *Avicula contorta*) aux environs de Langres (Haute-Marne). 846
Alb. DE LAPPARENT. — Sur l'étage de la gaize 865
CAZALIS DE FONDOUCE et P. MARÈS. — Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société à Montpellier. 873
MATHERON. — Sur les calcaires de Grabels, les marnes bleues de Foncaude et le *Cerithium plicatum* de Bruguière. 883
G. DE SAPORTA. — Sur les calcaires concrétionnés à empreintes végétales de Saint-Gély (Hérault). 892
LEYMERIE. — Sur l'origine et les progrès de la question relative au type garumnien 896
RÉGY. — Note sur les courants littoraux, la marche des sables, les atterrissements, les alluvions marines et fluviales, les deltas, les constitutions de la plage et les travaux d'assainissement. . . . 913
MATHERON. — Sur les calcaires lacustres de Brignac et de Castelnau de Guers (Hérault) 956
DIEULAFAIT. — Sur l'horizon de l'*Avicula contorta* aux environs de Lodève (Hérault). 980
CH. MARTINS. — Note à propos de l'inondation du 18 octobre 1868 dans la vallée de l'Hérault. 985
POMIER-LEYRARGUES. — Sur le bassin houiller de Graissessac. . . . 993

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE VINGT-CINQUIÈME VOLUME

(DEUXIÈME SÉRIE)

Année 1867 à 1868

A

Actinodon Frossardi, de Muse, près Autun, par M. Alb. Gaudry, p. 576.

Afrique. Formation de grès rouges en —, présumés crétacés, à propos du caractère lithologique en stratigraphie, par M. Louis Lartet, p. 490.

Agassiz et Coutinho. Sur l'Amazone, dont les rives sont formées, suivant eux, de terrain glaciaire. Observations de MM. Garrigou, Belgrand, Marcou et Dausse, p. 685. *Id.* de M. Tardy, p. 797.

Ahun (Creuse). Flore du bassin houiller d'—, par M. Gruner, p. 391.

Aix (Bouches-du-Rhône). Age des calcaires lacustres à *Strophostoma lapicida*, des environs d'—, par M. Ph. Matheron, p. 762.

Albanie. Description des gisements bituminifères et pétrolifères de Sélenitza dans l'—, par M. H. Coquand, p. 20.

Algérie. Sur l'existence du terrain secondaire dans le Djurjura (grande Kabylie), par M. F. Marès, p. 135. = Etudes géologiques faites par M. L. Ville dans la Kabylie, composée de terrains cristallins, crétacés, tertiaires, d'alluvions, de roches ignées (pl. III), p. 251. = Sur la géologie de la subdivision de Constantine, par M. L. Bourdonin, qui la présente comme formée d'alluvion, de terrains tertiaire, crétacé, de lias, de terrain silurien et de roches ignées (pl. V), p. 328. = Age des gisements de sel gemme (Djebel-Melah); origine des ruisseaux salés (Oued-Melah) et des lacs salés (Chotts et Sebkha) en Algérie, par M. H. Coquand, p. 421. = Minéralogie des environs de Dellys, par M. L. Ville, comprenant le terrain tertiaire avec indices de lignites, les terrains quaternaire, alluvien et igné, p. 639.

Alpes. Structure des — occidentales; observations sur diverses notes de M. Ebray, par M. Ch. Lory, p. 215. = Sinuosités des affleurements des failles dans les Alpes, par le même, p. 233. = Réponse de M. Ebray aux observations ci-dessus de M. Lory, p. 488.

Amazone (fleuve). Géologie de l'—, par MM. Agassiz et Coutinho; ses rives sont formées, suivant eux, de terrain glaciaire. Observations de MM. Garrigou, Belgrand, Marcou et Dausse, p. 685. *Id.*, de M. Tardy, p. 797.

Archiac (d'). Notice sur la vie et les travaux d'Auguste Viquesnel, p. 526.

Ardèche. Allures des couches sédimentaires aux abords des émissions basaltiques du Coyron, par M. Th. Ébray, p. 185.
Argelès (Hautes-Pyrénées). Essai sur l'ancien glacier d'Argelès, par MM. Martins et Ed. Collomb (pl. II), p. 141.
Ariége. Étude du terrain stratifié dit laurentien ou antésilurien, dans l' —, par M. F. Garrigou (pl. I), p. 97. = Nouvelle note sur le même terrain, par le même, p. 136.
Asie. Sur une formation de grès rouges en —, présumés crétacés, à propos du caractère lithologique en stratigraphie, par M. Louis Lartet, p. 490.
Asphalte. Gisements asphaltiques des environs de Raguza, dans la province du Val di Noto, par M. H. Coquand, p. 420.
Australie. Sur la carte géologique de la province de Victoria, par M. J. Marcou, p. 121.
Auvergne. Découverte de moraines glaciaires en —, par M. Delanoüe, p. 402.

B

Beaujolais. De la manière dont se terminent vers l'est les montagnes du —, par M. Th. Ebray, p. 840.
Belgique. Fossiles trouvés à la base du lœss de —, par M. Lehardy de Beaulieu. Observations de MM. de Mortillet et Belgrand, p. 276.
Belgrand. Histoire de la Seine, indiquant les différentes modifications que son lit a éprouvées. Observations de MM. Hébert, Ed. Lartet et Dausse, p. 499. = Observations sur la découverte de plantes fossiles de l'époque quaternaire dans le bassin de la Seine. Remarques de MM. Hébert et Ed. Lartet, p. 573.
Benoit (Em.). Extrait de la brochure de MM Falsan et Chantre, sur la conservation des blocs erratiques, p. 612.
Bertrand. Fragments de mâchoire de *Rhinoceros pleuroceros*, avec entailles, trouvés dans le miocène inférieur à Billy, près Saint-Germain-des-Fossés (Allier). Observations de MM. Hébert, Ed. Lartet et Garrigou, p. 614.
Bibliographie, pp. 5, 120, 167, 193, 237, 241, 311, 355, 401, 487, 572, 593, 610, 638, 684, 749, 798.
Billy, près Saint-Germain-des-Fossés (Allier). Fragments de mâchoires de *Rhinoceros pleuroceros*. Voir ci-dessus au nom de Bertrand.
Billy (de). Sur les ophites. Observations de M. Jacquot, p. 683. *Id.*, de M. Hébert, p. 685.
Bitume. Description des gisements bituminifères de l'Albanie et de l'île de Zante, par M. H. Coquand, p. 29.
Blandet. L'excès d'insolation considéré comme principe du phénomène paléothermal, ou le soleil du jour égal, et de la zône torride paléozoïque. Observations de M. d'Archiac, p. 777.
Blocs erratiques. Voir ci-dessus à Benoit.
Boué (A). Sur la carte géologique de la Styrie, publiée par l'Association géognostique et minière de cette contrée; comparaison des avantages de la géologie paléontologique avec ceux de la géognosie de position; sur l'origine des serpentines. Observations de MM. d'Archiac et Louis Lartet, p. 244.
Boulonnais. Terrain jurassique supérieur du —, par M. Edm. Pellat, p. 119. = Développement du même travail. Observations de MM. Triger, de Lapparent et Ed. Hébert, p. 196. = Poissons fossiles du —, par M. Em. Sauvage, p. 750.
Boutiny (C. de). Sur le calcaire cipolin de Fenouillet, près Hières (Var), p. 191.
Bretagne. Sur les lambeaux de terrain tertiaire des environs de Rennes et de Dinan, et observations sur l'étendue des mers à cette époque, par M. R. Tournouër, p. 367.
Budget pour 1868, présenté par M. Ed. Collomb, p. 598.
Bulletin. Décision au sujet des notes qui doivent y être insérées, p. 368.
Bureau. Composition pour l'année 1868, p. 241.

C

Caillaux (Alfred). Notice sur la vie et les travaux de M. Triger, p. 547.
Carte géologique. Sur la — de la province de Victoria (Australie), par M. J. Marcou, p. 121. = Sur la grande — des Iles Britanniques, par le même.

Observations de MM. d'Archiac, de Lapparent et Levallois, p. 123. = Observations au sujet de la — de la Suisse (2e édition), par M. B. Studer, p. 169. = Sur la — de la Styrie, publiée par l'Association géognostique et minière de cette contrée, par M. A. Boué. Observations de MM. d'Archiac et Louis Lartet, p. 244.

Cazalis de Fondouce et P. Marès. Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société à Montpellier, qui a visité les terrains quaternaire, tertiaire, crétacé et jurassique et l'épanchement de matière sidérolithique des environs de Villeveyrac et de Vallemagne; le terrain quaternaire et le volcan des environs d'Agde; les terrains quaternaire et tertiaire des environs de Pézenas; les terrains quaternaire, tertiaire, secondaire, primaire et la roche éruptive des environs de Roujan et de Cabrières; le terrain permien des environs de Lodève; les terrains secondaire et primaire et la formation volcanique des environs de Bédarieux; enfin les schistes phylladiens, le terrain houiller et le porphyre de Graissessac, p. 878.

Cerithium plicatum. Sur le — de Bruguière, par M. Matheron, p. 888.

Chalindrey (Haute-Marne). Sur l'infralias de —, par M. Tombeck. Observations de M. Levallois, p. 676.

Chaper. Sur le travail de M. Pictet : *Etude provisoire des fossiles de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémenc*. Observations de MM. Ed. Hébert et Marcou, pp. 691 et 811.

Cheville (Alpes Valaisannes). Sur les trois faunes méro-crétacées de —, par M. E. Renevier. Observations de M. de Lapparent, p. 318.

Chili. Sur le quartz purpurin imitant le rubis, des minerais cuprifères du —, par M. Ed. Jannettaz, p. 838.

Cipolin. Voir ci-dessus au nom Boutiny.

Collomb (Ed.). Présentation du budget pour 1868, p. 598.

Collomb (Ed.) et Ch. Martins. Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès (Hautes-Pyrénées), et faune correspondant à l'époque glaciaire dans la plaine sous-pyrénéenne (pl. II), p. 141.

Commissions. Composition pour l'année 1868, p. 241. = Commission nommée pour vérifier l'état des collections de la Société, p. 366.

Conseil. Composition pour l'année 1868, p. 241.

Coquand (H.). Description géologique des gisements bituminifères et pétrolifères de Sélenitza (Albanie) et de Chieri (Ile de Zante), p. 20. = De l'étage des marnes irisées et de l'étage rhétien (couche à *Avicula contorta*) dans les environs de Montferrat (Var), et de leur séparation au moyen du *bone-bed* (pl IV), p. 291. = Sur les gisements asphaltiques des environs de Raguza, dans la province du Val di Noto (Sicile), p. 420. = Age des gisements de sel gemme (Djebel-Melah); origine des ruisseaux salés (Oued-Melah) et des lacs salés (Chotts et Sebkha) de l'Algérie, p. 431. = Etage géologique auquel appartient le *Cidaris glandifera*, Goldf. Observations de MM. Marcou, Alb. Gaudry et Edm. Pellat, p. 600.

Corse (Ile de). Etude géologique sur l'Ile de —, par M. Tabariès de Grandsaignes, contenant les terrains primaire, à combustible, volcanique, d'alluvion, glaciaire, quaternaire, tertiaire, secondaire, les roches ignées, les gisements métallifères et les eaux minérales (pl. I), p. 74. = Sur le terrain tertiaire du sud de la Corse, par M. A. Péron, p. 670.

Coumi (Eubée). Flore fossile de —, par M. G. de Saporta. Observations de M. Alb. Gaudry, p. 815.

Courants littoraux, marche des sables, atterrissements, alluvions marines et fluviales, deltas, constitutions de la plage et travaux d'assainissement, par M. Régy, p. 918.

D

Daussé. Nouvelle note sur les terrasses alluviales, p. 752.

Delanoue. Découverte de moraines glaciaires en Auvergne, p. 402. = Nature, âge et influence du prétendu granite tertiaire de l'île d'Elbe. Observations de MM. Gruner, Jannettaz, Levallois et Fouqué, p. 834.

Delesse. Lithologie des mers britanniques. Observations de M. Ch. Martins, p. 604.

Dieulafait. Sur le calcaire blanc des environs de Toulon (néocomien).

Réponse à une note de M. Coquand, du 17 juin 1867, p. 16. = Sur l'oolithe inférieure, les calcaires à empreintes végétales et les calcaires à entroques, dans le sud et le sud-est de la France, p. 403. = 4e note sur la zone à *Avicula contorta*, dans le sud-est de la France, p. 616. = Sur le même horizon, aux environs de Lodève (Hérault), p. 980.

E

Eaux minérales de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 93. = Du rôle qu'ont joué les — dans les formations géologiques postérieures aux dépôts des derniers terrains tertiaires, par M. J. Itier, p. 277.

ÉBRAY (Th.). Allures des couches sédimentaires aux abords des émissions basaltiques du Coyron (Ardèche), p. 185. = Sur les couches à *Terebratula diphya*, de la Porte-de-France. Observation de M. de Lapparent, p. 346. = Réponse aux observations de M. Lory faites à la page 215 de ce volume, p. 488. = De la manière dont se terminent vers l'est les montagnes du Beaujolais, p. 840.

Eibe (Ile d'). Granite tertiaire. Voir ci-dessus au nom DELAXOUE.

Époque glaciaire. Évidences d'une — miocène, considérées spécialement dans les Pyrénées, par M. P. W. Stuart-Menteath. Observation de M. Garrigou, p. 694.

Émissions basaltiques. Voir ci-dessus au nom ÉBRAY.

Érosions. Sur les — des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 718.

États-Unis. Mines d'or et d'argent du Colorado, par M. L. Simonin, p. 452.

F

Failles. Sur les sinuosités des affleurements des —, dans les Alpes, par M. Ch. Lory, p. 235. = Sur les failles des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 719. = De la manière dont se terminent vers l'est les montagnes du Beaujolais, par M. Th. Ébray, p. 840.

Faune. Sur la faune correspondant à l'époque glaciaire, dans la plaine sous-pyrénéenne, par MM. Ch. Martins et Ed. Collomb, p. 164.

FAVRE. (Alph.). Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du mont Blanc; l'auteur y décrit des alluvions anciennes et modernes, des terrains glaciaire, tertiaire, jurassique, le lias, le trias, le terrain silurien, les schistes cristallins et les roches ignées, p. 356. = Sur une station de l'âge du renne au pied du Salève. Observations de MM. Benoit et de Mortillet, p. 597.

FERRAND DE MISSOL est nommé archiviste-adjoint, p. 368.

FISCHER. Géologie du sud de Madagascar. Observation de M. J. Marcou, p. 398.

Flore fossile de Coumi (Eubée), par M. G. de Saporta. Observations de M. Alb. Gaudry, p. 315. = — du bassin houiller d'Ahun (Creuse), par M. Gruner, p. 394.

Fossilisation. Du rôle important des phénomènes chimiques dans la —, par M. Tabariès de Grandsaignes. Observations de MM. Louis Lartet, Jacquot et Fouqué, p. 578.

FOUQUÉ. Contemporanéité de l'homme avec l'écroulement du centre de l'île Santorin. Observations de MM. de Mortillet et J. Garnier, p. 597.

France. Sur l'oolithe inférieure, les calcaires à empreintes végétales et les calcaires à entroques, dans le sud et le sud-est de la —, par M. L. Dieulafait, p. 403. = 4e note du même sur la zone à *Avicula contorta* du sud-est de la —, p. 616.

G

GARRIGOU (F.). Étude du terrain stratifié du laurentien ou antésilurien, dans l'Ariége et dans les autres parties des Pyrénées (pl. I), p. 97. Nouvelle note sur le même terrain, p. 136. = Ophites des Pyrénées, p. 734.

GARRIGOU (F.), et feu Louis MARTIN. Géologie de la station thermale de Luchon (Haute-Garonne), p. 634.

GAUDRY (Alb.). Sur l'*Actinodon Frossardi*, de Muse, près Autun, p. 576.
Géognosie. Comparaison par M. A. Boué des avantages de la géologie paléontologique avec ceux de la — de position, p. 247.
Géologie. Comparaison par M. A. Boué des avantages de la — paléontologique avec ceux de la géognosie de position, p. 247. = — de la Kabylie et de la subdivision de Constantine. (Voir à *Algérie*.) = Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du mont Blanc. (Voir à ce nom.) = — de Madagascar. (Voir à ce nom.) = Rapport sur les progrès de la —, par M. Alb. de Lapparent, p. 560. = — de la station thermale de Luchon. Voir à ce nom.
Gisements métallifères de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 92.
Gisements de sel gemme. Age des — en Algérie, par M. H. Coquand, p. 431.
Glacier. Essai sur l'ancien — de la vallée d'Argelès (Hautes-Pyrénées), par MM. Ch. Martins et Ed. Collomb (pl. II), p. 141.
Grai-sessac (Hérault). Sur le bassin houiller de —, par M. Pomier-Leyrargues, p. 993.
Grenoble (Isère). Sur les couches à *Terebratula diphya* de la Porte-de-France, par M. Ch. Ébray. Observations de M. de Lapparent, p. 346. = Sur le travail de M. Pictet : *Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France*, d'*Aizy et de Lémenc*, par M. Chaper. Observations de MM. Ed. Hébert et Marcou, p. 691 et 811. = Même sujet, par M. Ed. Hébert, p. 824.
GRUNER. Flore du bassin houiller d'Ahun (Creuse), et cause à laquelle il faut attribuer la nature spéciale de la houille. Observations de MM. Marcou, Delanoüe, Parran et Delesse, p. 891.

H

HARDOUIN (L.). Géologie de la subdivision de Constantine, formée d'alluvion, de terrains tertiaire et crétacé, de lias, de terrain silurien et de roches ignées (pl. V), p. 328.
HÉBERT (Ed.). Observations au sujet d'une note de M. Coquand du 17 juin 1867, sur les calcaires blancs des environs de Toulon, p. 20. = Sur la discontinuité qui existe dans l'Yonne entre le dépôt des assises néocomiennes et portlandiennes. Observation de M. Delanoüe, p. 577. = Observations sur le mémoire de M. Pictet : *Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France*, d'*Aizy et de Lémenc*, p. 824.
Hérault. Sur l'inondation du 13 octobre 1868, dans la vallée de l' —, par M. Ch. Martins, p. 985.
Homme. Sur l' — dans les temps géologiques, par M. G. de Mortillet. Observations de MM. Ed. Hébert et Alb. Gaudry, p. 180. = Sur la contemporanéité de l' — avec l'éboulement du centre de l'île Santorin, par M. Fouqué. Observations de MM. de Mortillet et J. Garnier, p. 597.
Houille. Cause de sa nature spéciale. Voir ci-dessus au nom GRUNER.
Hyères (Var). Calcaire cipolin de Fenouillet, près —, par M. C. de Boutiny, p. 191.

I

Iles Britanniques. Sur la grande carte géologique des —, par M. J. Marcou. Observations de MM. d'Archiac, de Lapparent et Levallois, p. 123.
Industrie humaine. Sur quelques objets océaniens dont la matière paraît empruntée à des coquilles de la famille des tridacnidées, par M. L. Vaillant, p. 681.
Italie. La formation zanclénne, ou Recherches sur une nouvelle formation tertiaire en —, par M. J. Seguenza, p. 465.

J

JANNETTAZ (Ed.). Sur une forme nouvelle d'un clinochlore du Japon, p. 290. = Sur le quartz purpurin, imitant le rubis, des minerais cuprifères du Chili, p. 838.
Japon. Voir ci-dessus au nom JANNETTAZ.

L

Lacs salés. Origine des — et des ruisseaux salés en Algérie, par M. H. Coquand, p. 431.

Langres (Haute-Marne). De l'étage rhétien (zone à *Avicula contorta*) aux environs de —, par M. A. Sautier, p. 846.

Lapparent (Alb. de). Sur l'extension du terrain crétacé inférieur dans le nord du bassin parisien, p. 284. = Rapport sur les progrès récents de la géologie, p. 560. = Sur l'étage de la gaize, p. 868.

Lartet (Louis). Sur une formation particulière de grès rouges en Afrique et en Asie, qu'il croit crétacés, à propos du caractère lithologique en stratigraphie, p. 490.

Lehardy de Beaulieu. Sur les fossiles trouvés à la base du lœss de Belgique. Observations de MM. de Mortillet et Belgrand, p. 276.

Leymerie. Sur l'origine et les progrès de la question relative au type garumnien (pl. VII). Observations de M. Matheron, 896.

Lias. De la séparation de l'étage rhétien des marnes irisées au moyen du *bone-bed* dans les environs de Montferrat (Var) (pl. IV), par M. H. Coquand, p. 291. = — de la subdivision de Constantine, par M. L. Hardouin, p. 328. = — des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 356. = 4° note sur la zone à *Avicula contorta* dans le sud-est de la France, par M. L. Dieulafait, p. 616. = Infra-lias de Chalindrey (Haute-Marne), par M. Tombeck. Observations de MM. Levallois et Pellat, p. 676. = — des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 712. = De l'étage rhétien (zone à *Avicula contorta*) dans les environs de Langres (Haute-Marne), par M. A. Sautier, p. 846. = Sur le même horizon aux environs de Lodève (Hérault), par M. Dieulafait, p. 980.

Lignites. Indices de — dans les environs de Dellys, par M. L. Ville, p. 641.

Lithologie des mers britanniques, par M. Delesse. Observation de M. Ch. Martins, p. 604.

Lodève (Hérault). Sur l'horizon de la couche à *Avicula contorta* aux environs de —, par M. Dieulafait, p. 980.

Lory (Ch.). Structure des Alpes occidentales; observations sur diverses notes de M. Ebray, p. 215. = Sinuosités des affleurements des failles dans les Alpes, p. 235.

Luchon (Haute-Garonne). Géologie de la station thermale de —, par MM. F. Garrigou et feu E. Martin, p. 624.

M

Madagascar, sur la géologie de —, par M. Fischer; observations de M. Marcou, p. 398.

Magnan (H.). Deuxième coupe des petites Pyrénées de l'Ariége. Sur l'ophite (diorite), roche essentiellement passive, et aperçu sur les érosions et failles. La coupe comprend les terrains granitique, cambrien ou laurentien, silurien, dévonien, triasique, liasique, jurassique, crétacé, garumnien et tertiaire (pl. VI), p. 709.

Marcou (J.). Sur la carte géologique de la province de Victoria (Australie), p. 121. = Sur la grande carte géologique des îles Britanniques. Observations de MM. d'Archiac, de Lapparent et Levallois, p. 123. = Extrait de la relation du voyage autour du monde de la frégate autrichienne *Novara*, donnée par M. Hochstetter, p. 595.

Marès (P.). Existence du terrain secondaire dans le Djurjura (Grande-Kabylie), p. 135.

Marès (P.) et Cazalis de Fondouce. Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société à Montpellier. Voir à Cazalis de Fondouce.

Marne (Haute-) (département de la). Terrain portlandien du —, par M. Tombeck, p. 456. = Terrains corallien et kimméridien du —, par le même. Observations de MM. Hebert et de Lapparent, p. 458.

Martins (Ch.). Sur l'inondation du 18 octobre 1868, dans la vallée de l'Hérault, p. 985.

Martins (Ch.) et Collomb (Ed.). Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès (Hautes-Pyrénées) et faune correspondant à l'époque glaciaire dans la plaine sous-pyrénéenne (pl. II), p. 141.

Matheron (Ph.). Age des calcaires la-

custres à *Strophostoma lapicida* des environs d'Aix et de Montpellier, et position de l'étage de Rognac, par rapport à la série des dépôts crétacés fluvio-lacustres du bassin de Fuveau, p. 762. = Sur les calcaires de Grabels, les marnes bleues de Foncaude et le *Cerithium plicatum* de Bruguière. Observations de M. Pomel, p. 888. = Sur les calcaires lacustres de Brignac et de Castelnau de Guers, p. 956.

Mers britanniques. Leur lithologie, par M. Delesse. Observation de M. Ch. Martins, p. 604.

Minéralogie. Forme nouvelle d'un clinochlore du Japon, par M. Ed. Jannettaz, p. 290. = Sur le quartz purpurin, imitant le rubis, des minerais cuprifères du Chili, par le même, p. 888.

Mines d'or et d'argent du Colorado (États-Unis), par M. L. Simonin, p. 458.

Mont Blanc. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du —, par M. Alp. Favre, qui y décrit des alluvions anciennes et modernes, des terrains glaciaire, tertiaire, jurassique, crétacé, le lias, le trias, le terrain silurien, les schistes cristallins et les roches ignées, p. 356.

Montferrat (Var). De l'étage des marnes irisées et de l'étage rhétien (couves à *Avicula contorta*) dans les environs de —, et de leur séparation au moyen du *bone-bed* (pl. IV), par M. H. Coquand, p. 291.

Montpellier (Hérault). Calcaires lacustres. Voir ci-dessus au nom MATHERON. = Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société à —. Voir à CAZALIS DE FONDOUCE. = Sur les calcaires de Grabels et les marnes bleues de Foncaude, par M. Matheron, p. 888. = Sur les calcaires concrétionés à empreintes végétales de Saint-Gely (Hérault), par M. G. de Saporta, p. 892. = Sur les calcaires lacustres de Brignac et de Castelnau du Guers, par M. Matheron, p. 956.

MORTILLET (G. de). L'homme dans les temps géologiques. Observations de MM. Ed. Hébert et Alb. Gaudry, p. 180.

Muse, près Autun. Sur l'*Actinodon Frossardi* de —, par M. Alb. Gaudry, p. 576.

O

Océanie. Sur quelques objets océaniens dont la matière paraît empruntée à des coquilles de la famille des tridacnidées, par M. Léon Vaillant, p. 681.

Ophites par M. de Billy. Observations de M. Jacquot, p. 682; *id.* de M. Hébert, p. 685. = — des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 716. = — des Pyrénées, par M. H. Garrigou, p. 724.

P

Paris. Sur l'extension du terrain crétacé inférieur dans le nord du bassin de —, par M. Alb. de Lapparent, p. 284.

PELLAT (Edm.). Terrain jurassique supérieur du Boulonnais, p. 119. = Développement du même travail. Observations de MM. Triger, de Lapparent et Ed. Hébert, p. 196.

PÉRON (A.). Terrain tertiaire du sud de la Corse, p. 670.

Pétrole. Description des gisements pétrolifères de l'Albanie et de l'île de Zante, par M. H. Coquand, p. 20.

Phénomène paléothermal. L'excès d'insolation considéré comme principe du —, ou le soleil du jour égal, et de la zone torride paléozoïque, par M. Blanchet. Observation de M. d'Archiac, p. 777.

PISANI. Sur une éruption récente du Vésuve, p. 134.

Plantes fossiles. Observations de M. Belgrand sur les — de l'époque quaternaire dans le bassin de la Seine. Remarques de MM. Hébert et Ed. Lartet, p. 573.

Poissons fossiles du Boulonnais, par M. Em. Sauvage, p. 750.

POMIER LEYRARGUES. Note sur le bassin houiller de Graissessac (Hérault), p. 993.

Procès-verbal de la réunion extraordinaire de la Société à Montpellier. Voir à CAZALIS DE FONDOUCE.

Pyrénées. Etude du terrain stratifié dit laurentien ou antésilurien, dans les —, par M. F. Garrigou (pl. I), p. 97. = Nouvelle note sur le même terrain, par le même, p. 136. = Faune

correspondant à l'époque glaciaire dans la plaine sous-pyrénéenne, par MM. Ch. Martins et Ed. Collomb, p. 164. = Sur les évidences d'une époque glaciaire miocène, considérées spécialement dans les Pyrénées, par M. P. W. Stuart-Menteath. Observations de M. Garrigou, p. 694. = Deuxième coupe des petites — de l'Ariége. Sur l'ophite (diorite), roche essentiellement passive, et aperçu sur les érosions et failles, par M. H. Magnan. La coupe comprend les terrains granitique, cambrien ou laurentien, silurien, dévonien, triasique, liasique, jurassique, crétacé, garumnien et tertiaire (pl. VI), p. 769. = Ophites des —, par M. F. Garrigou, p. 724.

R

Règlement. Son interprétation au sujet de la nomination des membres du conseil, p. 242.

Rey. Note sur les courants littoraux, la marche des sables, les atterrissements, les alluvions marines et fluviales, les deltas, les constitutions de la plage et les travaux d'assainissement, p. 913.

Renevier (E.). Sur les trois faunes méso-crétacées de Cheville (Alpes Valaisannes). Observation de M. de Lapparent, p. 313.

Rhinoceros pleuroceros. Mâchoires de —, avec entailles, trouvées par M. Bertrand dans le miocène inférieur de Billy, près Saint-Germain-des-Fossés (Allier). Observations de MM. Hébert, Ed. Lartet et Garrigou, p. 614.

Roches ignées de la Corse, par M. Tuberies de Grandsaignes, p. 75. = — de la Kabylie, par M. L. Ville, p. 251. = — de la subdivision de Constantine, par M. L. Hardouin, p. 328. = — des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 356. = — des environs de Dellys, par M. L. Ville, p. 641. = Nature, âge et influence du prétendu granite tertiaire de l'île d'Elbe, par M. J. Delanoüe. Observations de MM. Gruner, Jannettaz, Levallois et Fouqué, p. 834.

Roquac (Bouches-du-Rhône). Sur la position de l'étage de —, par rapport à la série des dépôts crétacés fluvio-lacustres du bassin de Fuveau, par M. Ph. Matheron, p. 762.

S

Salève (mont). Sur une station de l'âge du renne au pied du —, par M. Alp. Favre. Observations de MM. Benoît et de Mortillet, p. 597.

Santorin (île). Contemporanéité de l'homme avec l'éboulement du centre de l' —, par M. Fouqué. Observations de MM. de Mortillet et J. Garnier, p. 597.

Saporta (G. de). Flore fossile de Coumi (Eubée). Observations de M. Alb. Gaudry, p. 315. = Sur les calcaires concrétionnés à empreintes végétales de Saint-Gély (Hérault), p. 892.

Sautier (A.). De l'étage rhétien (zone à *Avicula contorta*) aux environs de Langres (Haute-Marne), p. 846.

Sauvage (Em.). Poissons fossiles du Boulonnais, p. 750.

Schistes cristallins des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 356.

Séance générale annuelle reportée au jeudi, 12 mars, p. 366.

Seguenza (J.). La formation zanclénne, ou recherches sur une nouvelle formation tertiaire en Sicile et en Italie, p. 465.

Seine. Histoire de la —, indiquant les différentes modifications que son lit a éprouvées, par M. Belgrand. Observations de MM. Hebert, Ed. Lartet et Dausse, p. 499. = Observations de M. Belgrand sur la découverte de plantes fossiles de l'époque quaternaire dans le bassin de la —. Remarques de MM. Hébert et Ed. Lartet, p. 573.

Serpentines. Sur l'origine des —, par M. A. Boué, p. 248.

Sicile. Sur les gisements asphaltiques des environs de Raguza, dans la province du Val di Noto, par M. H. Coquand, p. 420. = La formation zanclénne. Voir ci-dessus au nom Seguenza.

Simonin (L.). Mines d'or et d'argent du Colorado (États-Unis), p. 453.

Société. Interprétation du règlement au sujet de la nomination des membres du conseil, p. 242. = Nomination

d'une commission pour vérifier l'état des collections, d'un archiviste-adjoint; changement du jour de la séance générale annuelle, et décision au sujet des notes à insérer au Bulletin, p. 366.
Statique. Note sur une simple question de —, par M. de Vignet, p. 95.
STUART-MENTEATH (P. W.). Évidences d'une époque glaciaire miocène, considérées spécialement dans les Pyrénées. Observations de M. Garrigou, p. 694.
STUDER (B.). Observations au sujet de la carte géologique de la Suisse (2e édition), p. 169.
Styrie. Sur la carte géologique de la —, publiée par l'Association géognostique et minière de cette contrée, par M. A. Boué. Observations de MM. d'Archiac et Louis Lartet, p. 244.
Suisse. Carte géologique. Voir au nom STUDER.

T

TABARIÈS DE GRANDSAIGNES (E.). Étude géologique sur la Corse, comprenant les terrains primaire, à combustible, volcanique, d'alluvion, glaciaire, quaternaire, tertiaire, secondaire, les roches ignées, les gisements métallifères et les eaux minérales (pl. I), p. 74. = Du rôle important des phénomènes chimiques dans la fossilisation. Observations de MM. Louis Lartet, Jacquot et Fouqué, p. 578.
Terrain d'alluvion de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 74. = — de la Kabylie, par M. L. Ville, p. 251. = — de la subdivision de Constantine, par M. L. Hardouin, p. 328. = — des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 856. = — de la Seine, par M. Belgrand. Observations de MM. Hébert, Ed. Lartet et Dausse, p. 499. = — des environs de Dellys, par M. L. Ville, M. Tabariès de Grandsaignes, p. 82. = — de la Kabylie, par M. L. Ville, p. 251.
Terrain carbonifère. Division des assises du —, d'après les plantes fossiles y recueillies, par M. Gruner. Observations de M. Marcou, p. 391. = Sur le terrain houillier de Graissessac (Hérault), par M. Pomier-Leyrargues, p. 993.
Terrain à combustible de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 82.
Terrain crétacé. Sur les calcaires blancs des environs de Toulon (néocomiens). Réponse à une note de M. Coquand du 17 juin 1867, par M. Dieulafait. Observations de M. Ed. Hébert sur cette même note, p. 16. = — de la Kabylie, par M. L. Ville, p. 251. = Sur l'extension du — inférieur dans le nord du bassin parisien, par M. Alb. de Lapparent, p. 284. = Sur les trois faunes méso-crétacées de Cheville (Alpes-Valaisannes), par M. E. Renevier. Observations de M. de Lapparent, p. 313. = — de la subdivision de Constantine, par M. L. Hardouin, p. 328. = — des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 856. = Sur une formation particulière de grès rouges en Afrique et en Asie, présumés crétacés, à propos du caractère lithologique en stratigraphie, par M. Louis Lartet, p. 490. = — des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 713. = Sur la position de l'étage de Rognac, par rapport à la série des dépôts crétacés fluvio-lacustres du bassin de Fuveau, par M. Ph. Matheron, p. 762. = Sur les calcaires de la Porte-de-France, à propos d'un travail de M. Pictet, par M. Chapuis. Observations de MM. Ed. Hébert et Marcou, p. 691 et 811. = Même sujet, par M. Ed. Hébert, p. 824. = Sur l'étage de la gaize, par M. Alb. de Lapparent, p. 868.
Terrain dévonien des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 711.
Terrain garumnien des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 715. = Sur l'origine et les progrès de la question relative au type garumnien, par M. Leymerie (pl. VII). Observations de M. Matheron, p. 896.
Terrain glaciaire de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 81. = — des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 336. = Sur la découverte de moraines glaciaires en Auvergne, par M. Delanoüe, p. 402. = Sur la géologie de l'Amazone, par MM. Agassiz et Coutinho, dont les rives sont formées, suivant eux, de terrain glaciaire. Observations de MM. Garrigou, Belgrand, Marcou et Dausse, p. 685, *id.* de M. Tardy, p. 797.

Terrain jurassique supérieur du Boulonnais, par M. Edm. Pellat, p. 119. = Développement du même travail. Observations de MM. Triger, de Lapparent et Ed. Hébert, p. 196. = Sur les couches à *Terebratula diphya* de la Porte-de-France, par M. Th. Ébray. Observations de M. de Lapparent, p. 346. = — des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 356. = Sur l'oolithe inférieure, les calcaires à empreintes végétales et les calcaires à entroques, dans le sud et le sud-est de la France, par M. L. Dieulafait, p. 403. = Sur le terrain portlandien de la Haute-Marne, par M. Tombeck, p. 456. = Sur les terrains corallien et kimméridien du même département, par le même. Observations de MM. Hébert et de Lapparent, p. 458. = Sur la discontinuité qui existe dans l'Yonne, entre le dépôt des assises néocomiennes et portlandiennes, par MM. Ed. Hébert et Tombeck. Observation de M. Delanoüe, p. 577. = Sur l'étage géologique auquel appartient le *Cidaris glandifera*, Goldf., par M. H. Coquand. Observations de MM. Marcou, Alb. Gaudry et Edm. Pellat, p. 600. = — des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 712. = Sur les calcaires de la Porte-de-France, à propos d'un travail de M. Pictet, par M. Chaper. Observations de MM. Ed. Hébert et Marcou, p. 691 et 811. = Même sujet, par M. Ed. Hébert, p. 824.

Terrain laurentien ou *antésilurien*. Étude du terrain stratifié dit —, dans l'Ariége et dans les autres parties des Pyrénées, par M. F. Garrigou (pl. I), p. 97. = Nouvelle note sur le même terrain, par le même, p. 186. = — des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 711.

Terrain primaire de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 74.

Terrain quaternaire de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 81. = Sur les fossiles trouvés à la base du lœss de Belgique, par M. Lehardy de Beaulieu. Observations de MM. de Mortillet et Belgrand, p. 276. = Du rôle qu'ont joué les eaux minerales dans les formations géologiques postérieures aux dépôts des derniers terrains tertiaires, par M. J. Itier, p. 277. = — des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 356. = Sur une station de l'âge du renne au pied du mont Salève, par le même. Observations de MM. Benoît et de Mortillet, p. 597. = — des environs de Dellys, par M. L. Ville, p. 641.

Terrain secondaire de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 75. = Sur l'existence du — dans le Djurjura, Grande-Kabylie, par M. P. Marès, p. 135.

Terrain silurien de la subdivision de Constantine, par M. L. Hardouin, p. 328. = — des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 356. = — des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 711.

Terrain tertiaire de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 76. = — de la Kabylie, par L. Ville, 251. = — de la subdivision de Constantine, par M. L. Hardouin, p. 328. = — des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 356. = — des environs de Rennes et de Dinan, en Bretagne, et observations sur l'étendue des mers à cette époque, par M. R. Tournouër, p. 367. — La formation zancléenne, ou recherches sur une nouvelle formation tertiaire en Sicile et en Italie, par M. J. Seguenza, p. 465. = — des environs de Dellys, par M. L. Ville, p. 641. = — du sud de la Corse, par M. A. Péron, p. 670. = — des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 715. = Sur l'âge des calcaires lacustres à *Strophostoma lapicida* des environs d'Aix et de Montpellier, par M. Ph. Matheron, p. 762. = Sur les calcaires de Grabels et les marnes bleues de Foncaude, environs de Montpellier, par le même, p. 888. = Sur les calcaires concrétionnés à empreintes végétales de Saint-Gély (Hérault), par G. de Saporta, p. 894. = Sur les calcaires lacustres de Brignac et de Castelnau de Guers, par M. Matheron, p. 956.

Terrain volcanique de la Corse, par M. Tabariès de Grandsaignes, p. 82.

Terrasses alluviales. Nouvelle note sur les —, par M. Dausse, p. 752.

Tombeck. Terrain portlandien de la Haute-Marne, p. 456. = Terrains corallien et kimméridien du même département. Observations de MM. Hébert et de Lapparent, p. 458. = Sur la discontinuité qui existe dans l'Yonne, entre le dépot des assises néocomiennes et portlandiennes. Observation de M. Delanoüe, p. 577. = Infra-lias de Chalindrey (Haute-Marne). Observations de MM. Levallois et Pellat, 676.

Toulon (Var). Sur les calcaires blancs des environs de — (néocomiens). Réponse à une note de M. Coquand du 17 juin 1867, par M. Dieulafait. Observations de M. Ed. Hébert sur la même note, p. 16.
TOURNOUER (R.). Sur les lambeaux de terrain tertiaire des environs de Rennes et de Dinan, en Bretagne, et observations sur l'étendue des mers à cette époque, p. 367.
Trias. De l'étage des marnes irisées dans les environs de Montferrat (Var) et de leur séparation de l'étage rhétien au moyen du *bone-bed* (pl. IV,) par M. H. Coquand, p. 291. = — des environs du mont Blanc, par M. Alp. Favre, p. 356. = — des petites Pyrénées de l'Ariége, par M. H. Magnan, p. 711.
TRIGER Regrets exprimés par M. le Président sur sa mort, p. 239. = Notice sur sa vie et ses travaux, par M. Alfred Caillaux, p. 547.

V

VAILLANT (Léon). Sur quelques objets océaniens dont la matière paraît empruntée à des coquilles de la famille des tridacnidées, p. 681.
VERNEUIL (de). Sur l'éruption du Vésuve de 1867-68, p. 802.
Vésuve. Sur une éruption récente du —, par M. Pisani, p. 134. = Voir ci-dessus au nom VERNEUIL.
VIGNET (de). Note sur une simple question de statique, p. 95.
VILLE (Ludovic). Études géologiques faites dans la Kabylie, composée de terrains cristallins, crétacés, tertiaires, d'alluvions et de roches ignées (pl. III), p. 251. = Note minéralogique sur les environs de Dellys, contenant l'étude du terrain tertiaire et des indices de lignite qu'on y trouve, des terrains quaternaire, alluvien et igné, p. 639.
VIQUESNEL (Auguste). Notice sur sa vie et ses travaux, par M. d'Archiac, p. 526.
Voyage. Extrait, par M. J. Marcou, de la relation du — autour du monde de la frégate autrichienne *Novara*, donnée par M. Hochstetter, p. 595.

Y

Yonne. Sur la discontinuité existant dans l'—, entre le dépôt des assises néocomiennes et portlandiennes, par MM. Ed. Hébert et Tombeck. Observation de M. Delanoüe, p. 577.

Z

Zante (Ile de). Description des gisements bituminifères et pétrolifères de l'—, par M. H. Coquand, p. 20.

FIN DE LA TABLE.

Liste des planches.

I, p. 74. TABARIÈS DE GRANDSAIGNES. — Carte géologique de la Corse et cartes de la situation des roches orbiculaires, des mines et des eaux minérales de la même contrée.

I, p. 97. F. GARRIGOU. — 5 coupes du terrain laurentien de l'Ariége.

II, p. 141. Ch. MARTINS et Ed. COLLOMB. — Coupes longitudinales et transversales de l'ancien glacier d'Argelès ; carte de l'extrémité inférieure du même glacier; coupe transversale de la vallée du Gave de Pau; coupes de diverses moraines frontales et de blocs erratiques.

III, p. 251. VILLE (L). — Essai d'une carte géologique de la Kabylie.

IV, p. 291. H. COQUAND.— Coupe du Keuper et de la couche à *A. contorta* dans les environs de Montferrat (Var).

V, p. 327. L. HARDOUIN. — Carte géologique de la subdivision de Constantine.

VI, p. 709. H. MAGNAN. — Coupe des petites Pyrénées de l'Ariége entre le pech d'Arbiel et Daumazan. — Carte des Pyrénées et des Corbières.

VII, p. 896. LEYMERIE (fig. 1). Coupe de la montagne d'Ausseing, montrant le garumnien type en relation avec le sénonien sous-jacent et le terrain à nummulites superposé; F. 2. Diagramme montrant la transformation de l'étage garumnien et du sénonien sous-jacent dans le midi de la France; F. 3. Coupe de l'étage garumnien prise près du col de Nargo, au sud d'Organya, dans la vallée de la Sègre (Catalogne).

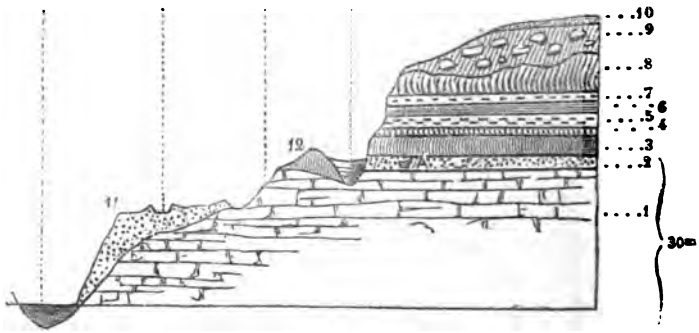
VIII, p. 879 et suivantes. DE ROUVILLE et CAZALIS DE FONDOUCE. F. 1. Carte géologique des environs de Montpellier; F. 2. Id. de Villeveyrac-Vallemagne; F. 3. Id. de Roujan-Cabrières.

IX, p. 941 et suivantes. LES MÊMES. F. 4. Id. Région d'Agde; F. 5. Coupe au sud du mas Ménard ; F. 6. Profil du pic vers Trédos; F. 7. Coupe sur le chemin d'Agde à Brescou ; F. 8. Cap d'Agde ; les trois frères Tuffa soulevé par le basalte ; F. 9. Carte géologique de Pézenas-le-Riége ; F. 10. Id. Lodève-Graissessac ; F. 11. Id. Région de Bédarieux.

ERRATA

Tome.	Page.	Ligne.	
XXIII,	525,	19,	*au lieu de :* (syn., *A. infundibulum*, d'Orb.), non Sow., *lisez :* (syn. *A. infundibulum*, d'Orb., non Sow.).
—	—	25,	*au lieu de :* CII, *lisez :* 52.
—	526,	13,	*au lieu de : A. Calypso*, n. sp., *lisez : A. Calypso*, d'Orb.
—	527,	5,	*au lieu de :* en arrière, *lisez :* en avant.
XXIV.	327,	1,	*au lieu de :* Pyrénées orientales, *lisez :* Pyrénées occidentales.
—	363,	fig. 12,	*reporter* F (faille) à droite, au-dessus de la première ligne ponctuée; *mettre* N (nord) à gauche et S (sud) à droite de la coupe.
—	832,	3 et 4,	supprimer les 4 noms de fossiles contenus dans la parenthèse (P. *girundicum*, P. *medium*, P. *crassum ?* P. *minus ?*)
XXV,	78,	8,	*au lieu de :* Nummulites, *lisez : Nummulites Ramondi.*
—	96,	12,	*au lieu de :* émission, *lisez :* émersion.
—	—	17 et 18,	*au lieu de :* parfaitement, *lisez :* puissamment.
—	—	36,	*au lieu de :* de grandes surfaces, *lisez :* de plus grandes surfaces.
—	98,	9,	*au lieu de :* forment ce que ces géologues ont appelé le groupe de Québec, *lisez :* est un ensemble du terrain silurien inférieur.
—	128,	30,	*au lieu de :* l'École royale fort bien, *lisez :* l'École royale des mines.
—	135,	33,	*au lieu de :* nomment, *lisez :* placent sous.
—	167,	12,	*au lieu de :* Toja, *lisez :* Toga.
—	359,	28,	*au lieu de :* M. Fabre, *lisez :* M. Favre.
—	375,	18,	au lieu de *: nodosum*, lisez : *enodosa.*
—	—	27,	*après la ligne* 27 *ajoutez : Fasciolaria polygonata*, Brongn., sp — Espèce propre à la zone méridionale (Gaas, Vicentin, etc.).
—	376,	34,	*au lieu de :* le caractère de ceux de la seconde, *lisez :* les caractères de la première de ceux de la seconde.
—	492,	note,	*au lieu de : O. Bousingaulti, lisez : O. Boussingaulti.*
—	493,	25,	*au lieu de : O. decussata, lisez : O. densata*, Conrad.
—	494,	20,	*au lieu de :* ce contrées, *lisez :* ces contrées.
—	496,	31,	*au lieu de :* et atteint, *lisez :* et où il atteint.
—	578,	dernière.....	*au lieu de :* cotte, *lisez :* cette.

Tome.	Page.	Ligne.	
XXV,	591,	entre 2 et 3.. ..	*ajoutez :* ce que nous venons de dire explique la dolomitisation des fossiles dans les gisements de dolomie métamorphique. Si l'on en trouve de même sorte dans la dolomie sédimentaire, il faudra bien admettre que le test s'est dolomitisé tout en se formant, pendant la vie de l'animal, dans une eau chargée de cette substance.
—	615,		sur le diagramme, rétablissez les chiffres 1 à 10 qui ont été omis vis-à-vis des couches.

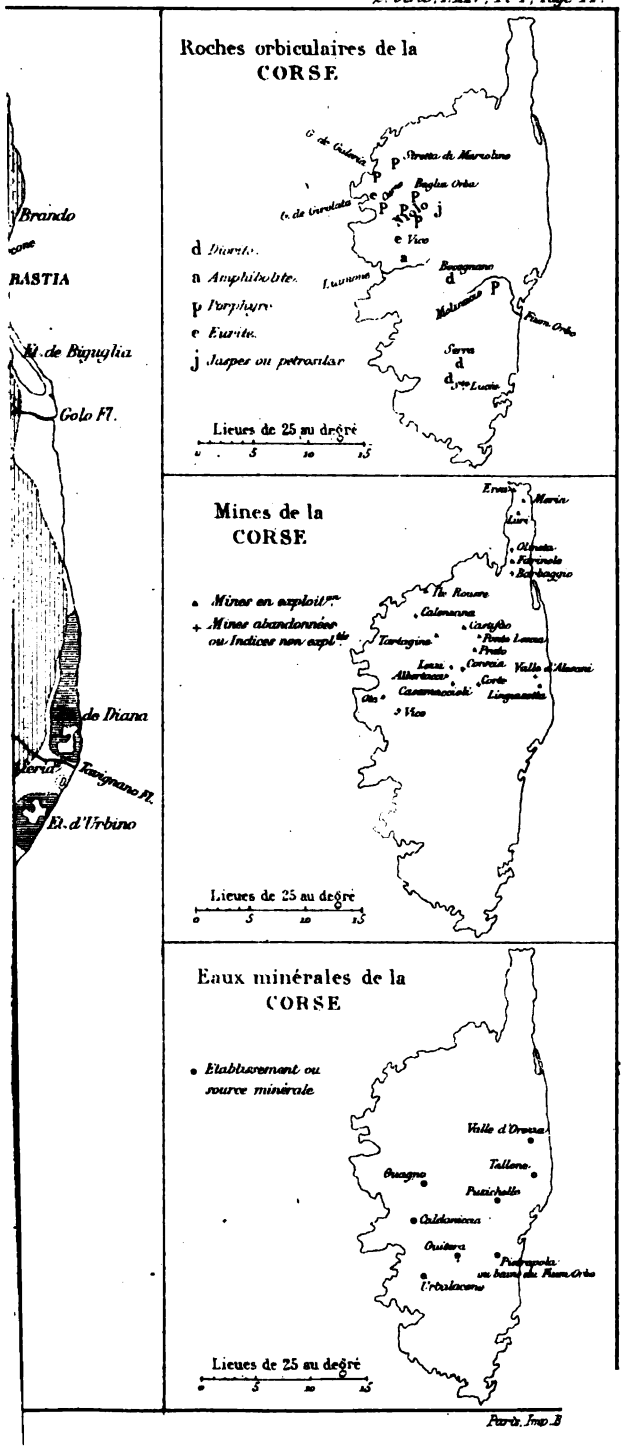


XXV, 916, 33, *au lieu de :* (Pl. VIII, fig. 1), *lisez : infra*, p. 920.

PARIS. — IMP. ÉDOUARD BLOT, RUE BLEUE, 7.

BARIÈS de GRANDSAIGNES.

2e Série, T. XIV, Pl. I, Page 74.



Paris, Imp. B

sur le terrain laurentien de l'Ariège.

Fig. 1.

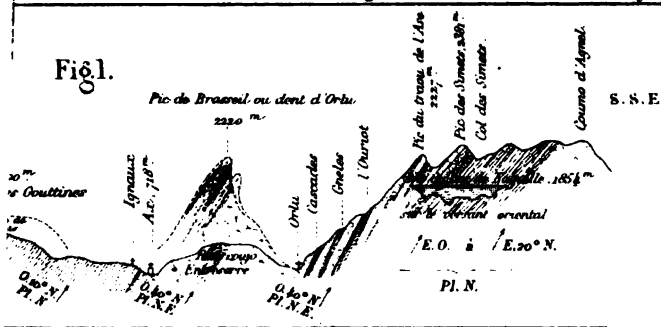


Fig. 2.

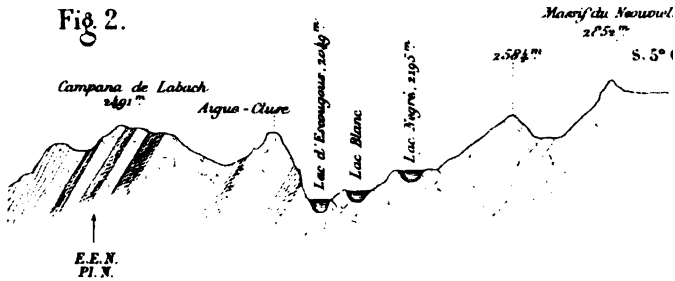


Fig. 10.

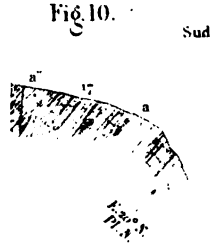
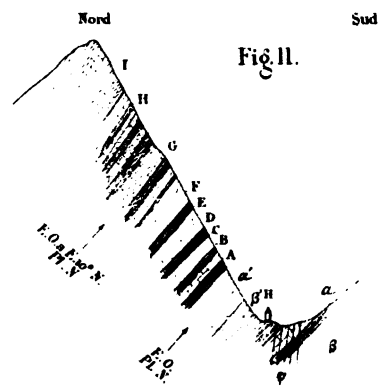
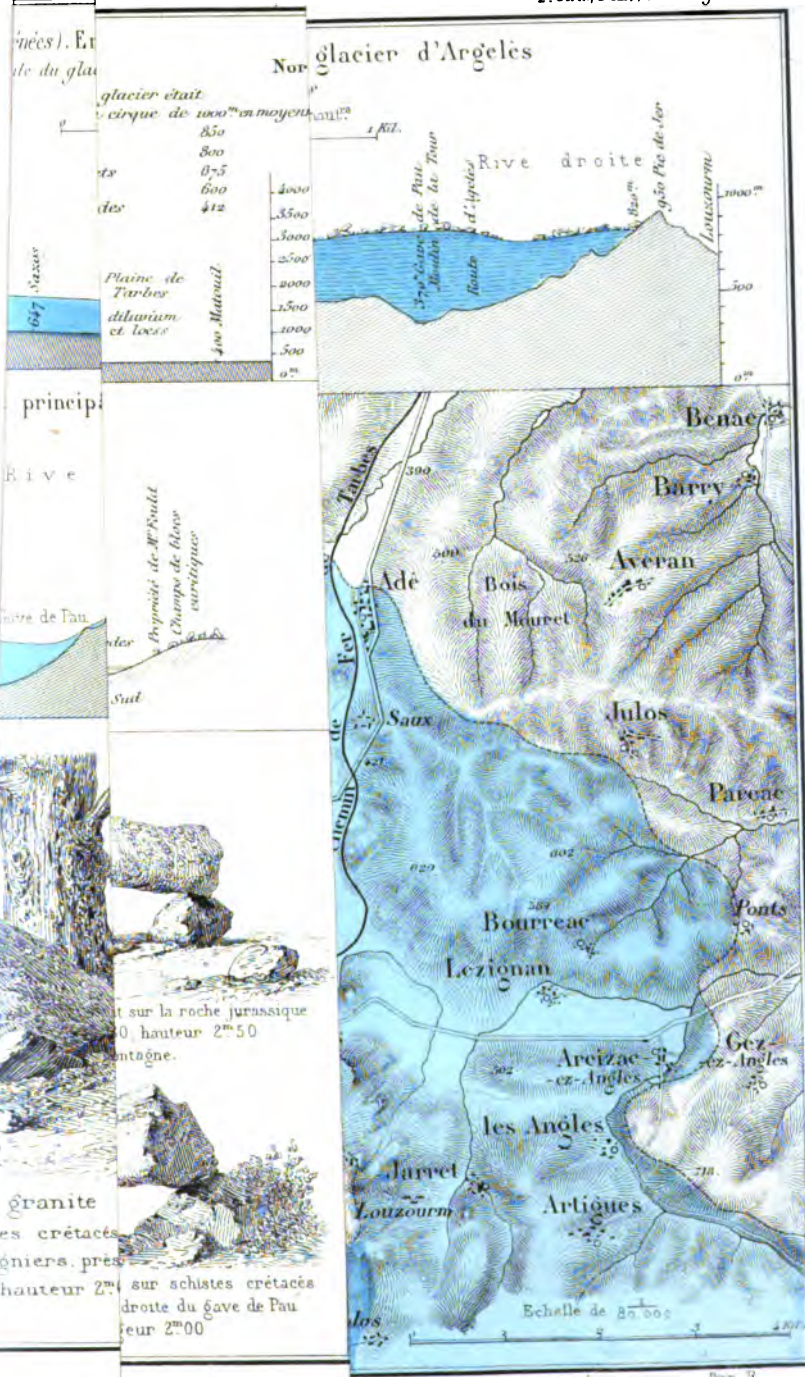


Fig. 11.



B.


glacier d'Argelès
Nor
glacier était
cirque de 1000m en moyen
850
800
875
600
412
Plaine de Tarbes
diluvium et loess
400 Matouil
Rive droite
Louzourm
Benac
Barry
Averan
Adé
Bois du Mouret
Tarbes
Saux
Julos
Pareac
Ponts
Bourreac
Lezignan
Arcizac-ez-Angles
Gez-ez-Angles
les Angles
Jarret
Louzourm
Artigues
Echelle de 1/80.000
Propriété de Mr Fould
Champs de blocs caritiques
Sud
Rive
principa
granite
sur la roche jurassique
hauteur 2m50
sur schistes crétacés
droite du gave de Pau
hauteur 2m00

Imp. P.

C

I

OQUAND.

la Madelein

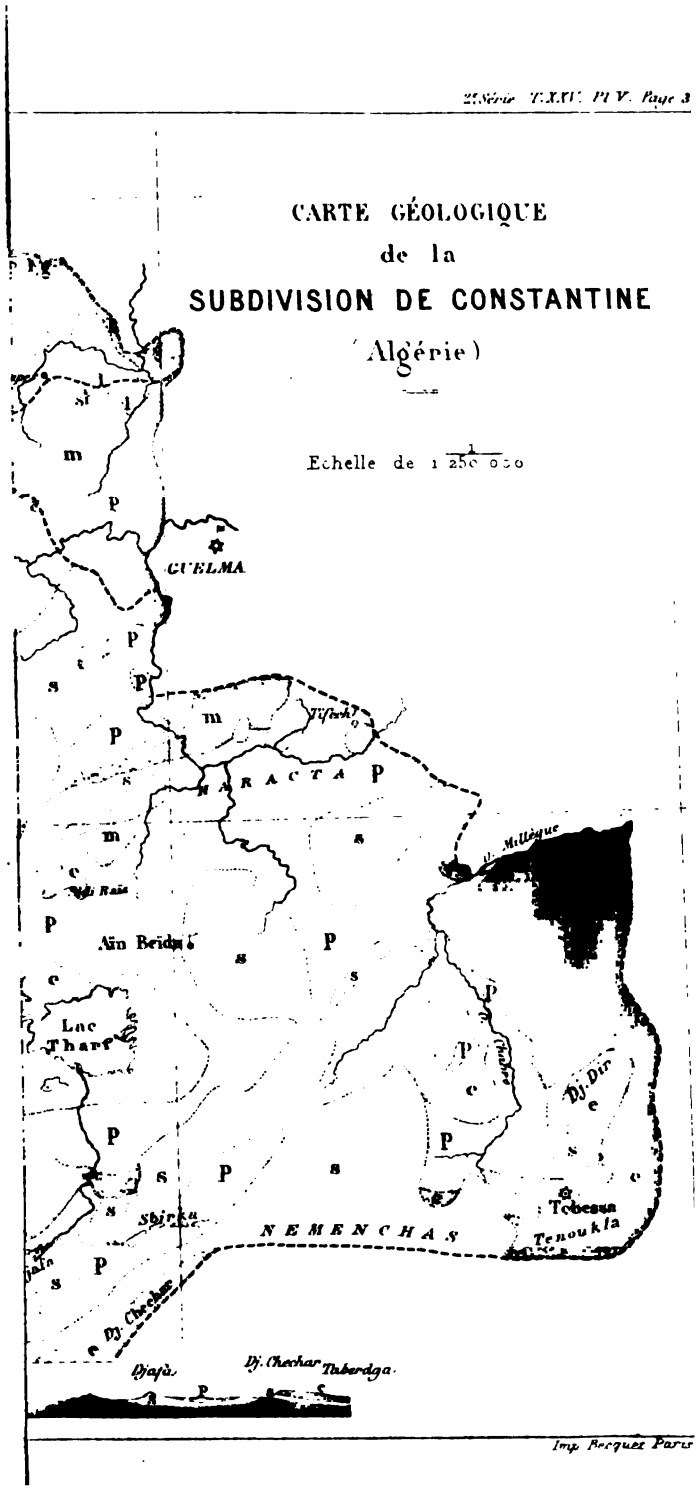
hâteau ruiné

pr 1m)

la route de

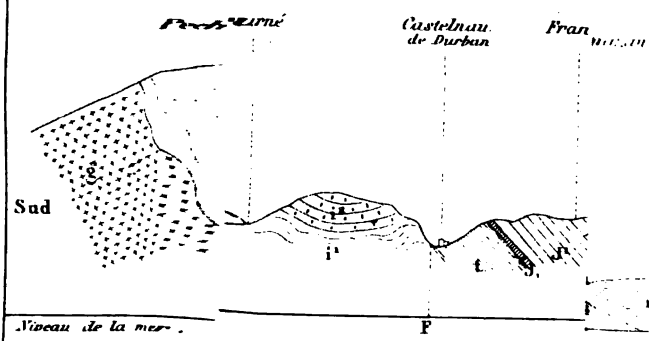
nt vt le qua

Ciment

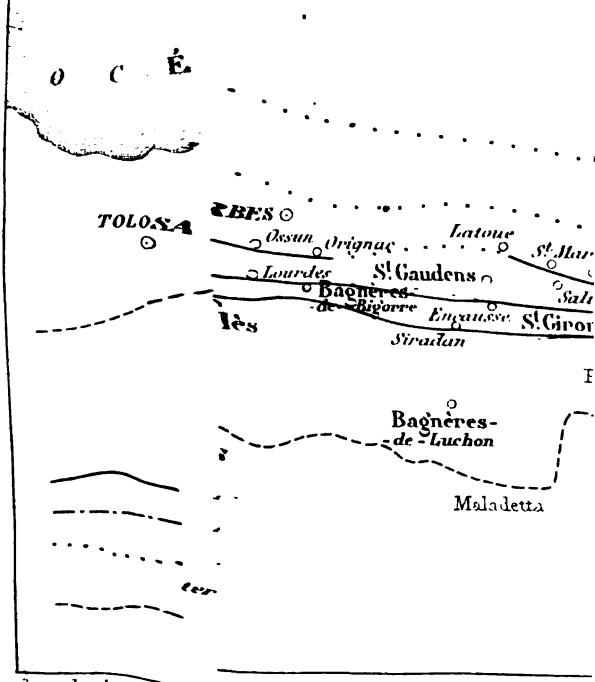


Imp. Becquet Paris

Fig. 1 — Coupe des Petite



— CARTE DES PYRÉNÉES



Imprimerie chez Avril frères

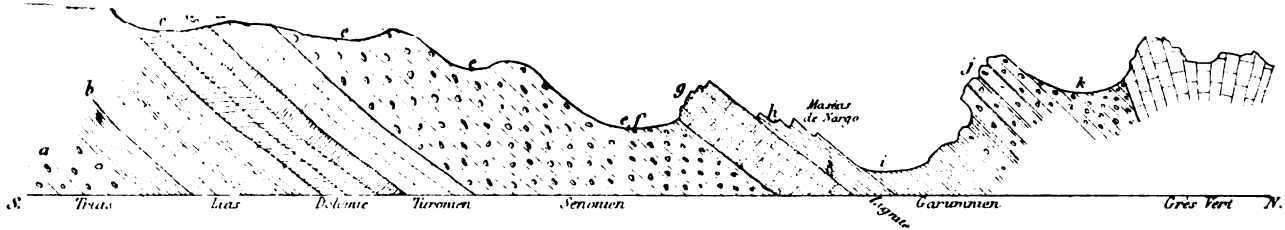


Fig. 2. *Diagramme montrant la transformation de l'étage garumnien et du sénonien sous-jacent dans le midi de la France.*

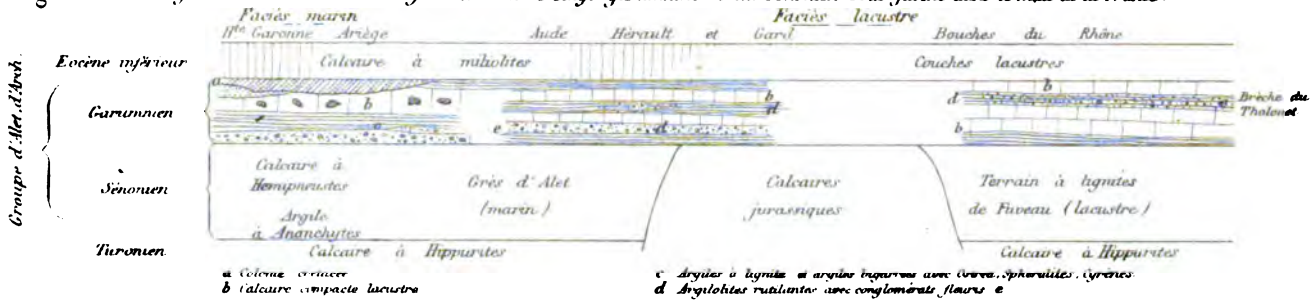
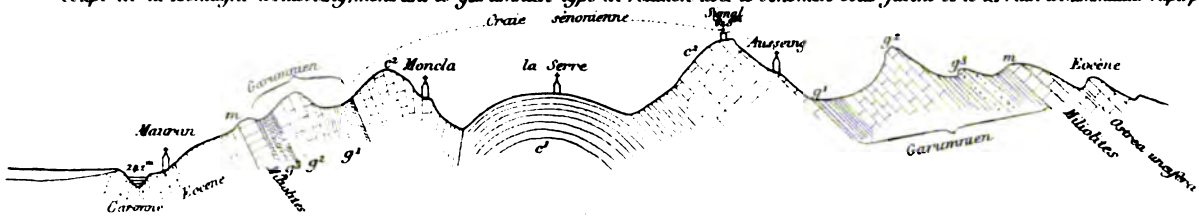


Fig. 1. *Coupe de la Montagne d'Ausseing, montrant le garumnien type en relation avec le sénonien sous-jacent et le terrain à Nummulites superposé.*

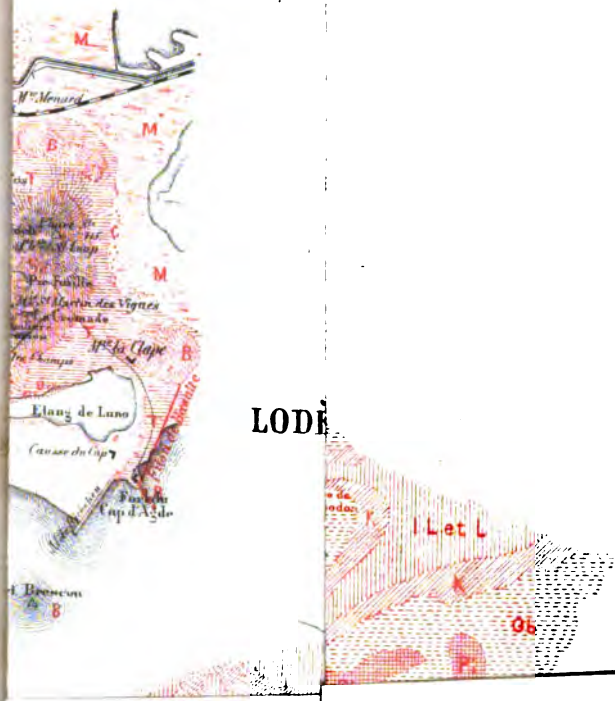


LÉGENDE GÉNÉRALE.

VILL

A.	*Alluvions.*
B.	*Basalte.*
C.	*Cailloutis quarzeux*
CC.	*Cailloutis de la Crau.*
CFs.	*Calcaire du Falgairas. Silurien.*
COR	*Corallien*
C.P.D.	*Calcaire à polypiers. Dévonien.*
Cs.	*Calcaire paleozoïque.*
D.	*Dunes.*
DEV.	*Dévonien.*
DOL. OOL.	*Oolite inférieure dolomitique.*
G.	*Gypse.*
GAR.	*Garumnien.*
GR.	*Grès bigarré*
GLS.	*Système du Glauzy, Silurien.*
GON.	*Gonialites.*
GN.	*Gneiss.*
GR.	*Grès.*
H.	*Terrain houiller*

Pl. 2.



LODÈ

PERIODICAL

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

RENEWED BOOKS ARE SUBJECT TO
IMMEDIATE RECALL

Library, University of California, Davis
Series 458A

PERIODICAL

№ 435534

Société géologique
de France, Paris.
Bulletin.

QE1
S63
ser.2
v.25

PHYSICAL
SCIENCES
LIBRARY

	Call Number:
435534	QE1
Société géologique	S63
de France, Paris.	ser.2
Bulletin.	v.25